

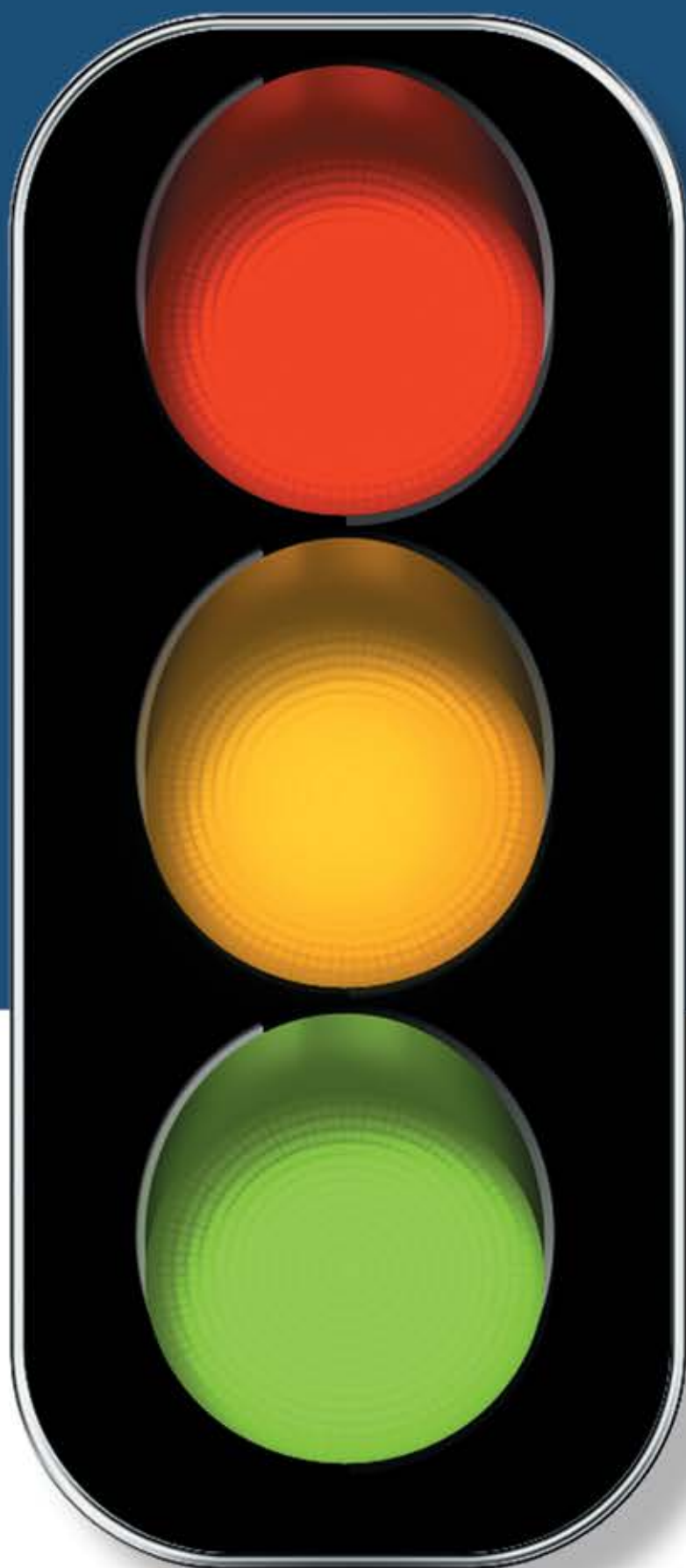
# атомная СТРАТЕГИЯ

www.proatom.ru

АПРЕЛЬ 2013

# ЖЖ

#77



ГЛАВНАЯ ТЕМА:

## ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ



# Государственная политика, или ведомственный эгоизм?

22 апреля 2013 года на пленарном заседании Государственной Думы рассматривался в первом чтении законопроект «О внесении изменений в федеральный закон «О Госкорпорации «Росатом». Докладывал глава «Росатома» С. В. Кириенко. От фракции КПРФ выступил первый заместитель Комитета ГД по природным ресурсам, природопользованию и экологии, д. т. н. И. Никитчук:

## Уважаемые коллеги!

Рассматриваемый законопроект – это не просто закрепление за Госкорпорацией «Росатом» полномочий, которыми она была наделена в переходный период, как пытаются представить авторы. Если бы это было так, то законопроект должен состоять всего из одного предложения, фиксирующее это закрепление. На самом деле это закон, который существенно расширяет полномочия ГК, вернее руководства ГК и содержит ряд существенных дополнений и изменений. Текст законопроекта сырой и вызывает целый ряд вопросов.

Например, предлагается изменить содержание пункта 6 шестой статьи существующего закона «О Госкорпорации...», в соответствии с чем, госкорпорация наделяется правом, обязанностью и функциями государственного заказчика государственных программ в области обороны и безопасности, межгосударственных программ, долгосрочных целевых программ и т. д. Возникает вопрос: у кого будет ГК заказывать государственные программы в области обороны и безопасности? У самой себя, у МО, может быть у Пентагона или еще где-то? И почему это будет делать госкорпорация? Кто же тогда у нас в стране вырабатывает политику и потребности в вопросах обороны и безопасности – президент, Министерство обороны или ГК «Росатом»? Причем в этом пункте свалено все в одну кучу, получился эткой винегрет – здесь и программы, и услуги, и учреждение ведомственных знаков, и права, обязанности по заключенным контрактам и пр.

Подчеркиваю, в дополнительной части 13 еще одно новшество – госкорпорация наделяется правом преобразования подведомственных предприятий в ОАО. Другими словами, это зеленый свет светофора на приватизацию объектов и в атомной отрасли. Фракция КПРФ с этим категорически не может согласиться. Это наша принципиальная позиция. Мы все хорошо помним и ощущаем, что получилось в результате чубайсовской приватизации единой энергетической системы страны. А система «Росатома» не менее важна для безопасности страны.

Статья 7 закона дополняется пунктом 29, который дает право Госкорпорации определять виды продукции ядерного топливного цикла, в отношении которых осуществляется государственное регулирование цен. Не ясно, о какой такой продукции топливного цикла идет речь. О ТВЭлах? Если это так, то нас ждет только одно от такого дополнения – повышение тарифов на электроэнергию, с чем наша фракция также не может согласиться.

Вводится целая новая статья 8 (прим). В этой дополнительной статье корпорация наделяется правом принимать решение о реорганизации и ликвидации подведомственных предприятий. Здесь как бы речь идет о предприятиях не стратегического характера, но в системе «Росатома» даже столовая может оказаться объектом стратегическим, в смысле важности для обеспечения нормальной деятельности предприятия. Двадцать лет ведь в стране реформируем и ликвидируем, а итог печален. Может быть, хватит реформировать и ликвидировать, а начинать создавать, строить, заниматься наукой, разработкой новых образцов техники, вооружений и т. д.

В этой же статье корпорация наделяется правом определять порядок принимать решение о направлении части прибыли подведомственных предприятий в доход корпорации. Наверное, надо это делать, но совершенно не ясно, в каком объеме будет производиться это изъятие, что это за дополнительное налогообложение, для каких целей. При таких формулировках открываются все шлюзы для чиновничьего произвола. Мы это поддержать не можем.

В этой же статье есть вообще анекдотическая запись. Цитирую: «корпорация принимает решения по принципиальным вопросам деятельности подведомственных предприятий». О каких таких принципиальных вопросах идет речь, что это за вопросы, о чем это? Такая формулировка позволяет руководству госкорпорации любой вопрос объявить принципиальным, и таким образом полностью блокировать руководство любого подведомственного предприятия.

Не буду больше комментировать, скажу только, что складывается такое впечатление, Сергей Владиленович, что данный законопроект не согласовывался с ведущими предприятиями отрасли. Похоже, что, хоть он и внесен президентом, но президент его, скорее всего, не читал и не видел. Сергей Владиленович, стоит ли так подставлять главу государства?

И последнее. Сергей Владиленович, вы сказали, что США нам должны уран-238 и мы можем этот уран истребовать у американцев. Но вы же министр, разве вы не знаете, что закон США запрещает вывоз с их территории любых делящихся материалов? Ничего мы не получим. Это наши огромные потери в связи с договором о передаче США 500 тонн оружейного урана, вместе с которым мы отдали американцам и десятки тысяч тонн природного урана. Зачем вы вводите в заблуждение депутатов?

# Конкурс живописи и графики, посвященный 40-летию ЛАЭС

## Цель конкурса

Формирование позитивного, уважительного мнения общественности о специалистах атомной отрасли. Патриотическое воспитание молодежи, привлечение талантливой молодежи к российской атомной отрасли. Выявление и развитие творческих способностей атомщиков. Объединение атомного сообщества.

## Тема

40-летие ЛАЭС.

## Условия

На конкурс принимаются работы любых жанров и техник исполнения. Преимущество будет отдаваться работам, раскрывающим тему истории Ленинградской атомной станции и города Сосновый Бор; работам, посвященным всем, кто причастен к созданию, работе, модернизации ЛАЭС, строительству и развитию города – бывшим и настоящим политикам, организаторам производства, ученым, проектировщикам, строителям, эксплуатационникам, живущим как в городе Сосновый Бор, так и за его пределами.

## Участие

К участию в конкурсе приглашаются профессиональные и самодеятельные художники независимо от места жительства и возраста.

## Время проведения

Работы на конкурс принимаются с 1 мая по 30 октября 2013 года.

## Порядок проведения

До 30 октября участники предоставляют в оргкомитет конкурсные работы в электронном виде.

Все представленные работы оргкомитет выставляет в общую экспозицию на сайте [www.proatom.ru](http://www.proatom.ru).

С 1 мая по 30 декабря 2013 года по две лучшие работы ежемесячно публикуются в журнале «Атомная стратегия».

К 15 ноября участники предоставляют конкурсные работы в виде оригинальных произведений для участия в юбилейной выставке в городе Сосновый Бор в период с 1 по 30 декабря 2013 года.

## Жюри

В жюри конкурса входят представители Ленинградской АЭС, информагентства PROATOM и редакции журнала «Атомная стратегия», а также профессиональный художник (г. Санкт-Петербург) и искусствовед (г. Санкт-Петербург).



## Номинации

- «Живопись».
- «Графика».
- «Компьютерная графика».
- «Детское и юношеское творчество» (до 16 лет).
- Техника исполнения – свободная.

## Оргкомитет

Для решения технических вопросов по подготовке и проведению конкурса создается Оргкомитет конкурса. В состав Оргкомитета входят представители информагентства «PROATOM» и редакции журнала «Атомная стратегия», трудового коллектива ЛАЭС, общественности г. Сосновый Бор и средств массовой информации.

## Призы

В каждой номинации объявляются по три призера.

Для призеров конкурса предусмотрены денежные премии.

120 лучших работ будут опубликованы в художественном альбоме, который будет распространяться на выставке «Атомная промышленность» в Санкт-Петербурге, и на юбилейных мероприятиях в декабре в городе Сосновый Бор.



77, апрель 2013 г.

Основан в Санкт-Петербурге в марте 2002 г. Учредитель и Издатель ЗАО «ОВИЗО»

Свидетельство о регистрации журнала «Атомная стратегия»: № ПИ 2-6494 от 21.03.2003 в Северо-Западном окружном межрегиональном территориальном управлении Министерства Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций (г. Санкт-Петербург)

Главный редактор – Николай Кудряков.

Редактор сайта [www.proatom.ru](http://www.proatom.ru) – Людмила Селивановская.  
Редактор – Тамара Девятова.  
Дизайн обложки – Владимир Мочалов.  
Верстка – Андрей Голубков.

Почтовый адрес: 196070, Санкт-Петербург, а/я 127, ЗАО «ОВИЗО»  
Тел./факс: (812) 764-3712, 438-3277, 8-(921)958-9004.  
E-mail: [info@proatom.ru](mailto:info@proatom.ru);  
[www.proatom.ru](http://www.proatom.ru)

Подписано в печать 05.05.2013 г.

За содержание публикуемых в журнале информационных и рекламных материалов ответственность несут авторы.

Редакция предоставляет возможность высказаться по существу, однако имеет свое представление о проблемах, которое не всегда совпадает с мнением авторов.

Редакция рукописи не возвращает и оставляет за собой право редактирования информационных материалов.

## Распространение:

почтовая рассылка специалистам предприятий и организаций атомной отрасли, политикам, руководителям крупнейших предприятий и организаций энергетики, участникам выставок и конференций, подписчикам и рекламодателям.

Редакция благодарна авторам статей и рекламодателям за поддержку журнала «Атомная стратегия». Все дизайн-разработки изготовлены в дизайн-студии «ОВИЗО» и не подлежат

воспроизведению без письменного разрешения редакции журнала «Атомная стратегия». При перепечатке ссылка на журнал «Атомная стратегия» и предприятие «ОВИЗО» обязательна. Журнал «Атомная стратегия» выходит с периодичностью 12 раз в год.

Отдел рекламы:  
тел. (812) 764-3712, 438-3277;

Стоимость подписки на один экземпляр с рассылкой в пределах России – 1180 рублей.





**Б.И.Нигматулин**

«Руководствуясь гражданской позицией, профессиональным долгом ученого, а также желанием предотвратить экономически необоснованные,

## безумные расходы российского бюджета со стороны руководства Росатома,

представляю материал об энергетике Болгарии».

стр. **10**



## Презумпция ВИНОВНОСТИ оперативного персонала 4 блока Чернобыльской АЭС несправедлива

стр. **14**

## Строить Подводный Флот без цели и плана —

безот-ветственный распил гигантских средств.

стр. **17**



В октябре исполнится

## 80 лет ОАО «ГИ «ВНИПИЭТ»

стр. **16**



## КНР стала одной из ведущих космических держав.

стр. **26**



«Кто отважится разгадать загадку реактора Росси-Фокарди?»

стр. **28**

## Содержание

Законодательное обеспечение ядерного оружия Российской Федерации.

**И. А. Андрушин, Г. А. Новиков, А. К. Чернышев** 4

Правда об АЭС «Белене».  
**Б.И.Нигматулин** 10

Чернобыль: питают ли науки юношей?  
**Н.Н. Кудряков, О.М. Скрипачева** 14

Главной колыбели атомных проектов — 80!  
**С.В. Онуфриенко** 16

День подводника без подводников.  
**В.И. Аликос** 17

Автоматизация управления борьбой за живучесть структурно сложных аварийных объектов.  
**Р.Д. Колесников** 19

Отечественная СПЗО АЭС.  
**С.Л. Ситников** 21

Старт коммерческой космонавтики.  
**Д.И. Мант** 23

Китайский прорыв в космос.  
**А.Б. Железняков, В.В. Кораблев** 26

Теория Видом-Ларсена и ультра холодные нейтроны.  
**А.А. Просвирнов** 28

Резервные дизель-генераторные установки российского производства для АЭС.  
**В.А. Рыжов, В.В. Калинин** 29

Ими гордится ЛАЭС.  
**Карл Рендель** 30

Желание посмотреть, крепок ли фундамент.  
**Д.А. Тайц** 34

ТОО «Каратау».  
Неисчерпаемые ресурсы профессионализма — залог производственного успеха 35



# Законодательное обеспечение ядерного оружия Российской Федерации

**И. А. Андрияшин,**  
главный научный сотрудник  
РФЯЦ-ВНИИЭФ, доктор  
технических наук;  
**Г. А. Новиков,**  
главный специалист  
ФГУП «АТЦ С-Пб», доктор  
технических наук, профессор;  
**А. К. Чернышев,**  
заместитель научного  
руководителя РФЯЦ-  
ВНИИЭФ, доктор физико-  
математических наук.

**З**аконодательное обеспечение ЯО является системой важнейших юридических установлений, определяющих и регулирующих нормы и правила сопровождения ядерного оружия РФ.

В эту систему входят:

- Международные обязательства (договора и соглашения) РФ в области ядерного оружия (ЯО).
- Федеральные законы РФ, связанные с различными аспектами осуществления деятельности в области ЯО.
- Стратегия национальной безопасности РФ.
- Военная доктрина РФ.
- Указы Президента РФ.
- Постановления Правительства РФ.
- Стратегические планы развития ЯОК ГК «Росатом».

Эта система — обширное и многоплановое поле, из которого в статье выделены некоторые части, непосредственно влияющие на научно-техническую деятельность сопровождения ядерного арсенала России, а также отмечены некоторые проблемные вопросы, которые требуют дополнительных решений.

Особенностью законодательной системы РФ в области ЯО является отсутствие закона о ядерном оружии или его прямого эквивалента. В связи с этим особое значение имеют такие юридические установления как Стратегия национальной безопасности РФ, Военная доктрина РФ, ФЗ «О ратификации ДВЗЯИ» и ФЗ № 317 «О Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», который является законом о механизме реализации государственной политики РФ в области деятельности по использованию атомной энергии, включая оборонную составляющую.

По нашему мнению, требуется ряд уточнений в ФЗ «Об использовании атомной энергии» № 170-ФЗ, т.к. после его принятия произошел ряд фундаментальных изменений, в частности, Российская Федерация ратифицировала договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний. И в связи с этим разделы статей 3 и 4 ФЗ № 170, которые распространяют применение этого закона на «устройства с ядерными зарядами для использования в мирных целях» и на виды деятельности — «разработка, производство, испытания, транспортирование, хранение, утилизация, использование ядерных зарядов в мирных целях и обращение с ними», а также другие статьи, касающиеся использования атомной энергии в оборонных целях, должны быть сформулированы с учетом готовящегося ФЗ, который будет регулировать отношения при использовании атомной энергии в оборонных целях. Безусловно, необходимо учитывать и соответствующие статьи Договора о нераспространении ЯО.

Отметим также, что в статье 1 ФЗ «Об использовании атомной энергии» указано, что «деятельность, связанная с разработкой, изготовлением, испытанием, эксплуатацией и утилизацией ядерного оружия и ядерных энергетических установок

военного назначения, не регулируется настоящим Федеральным законом», что дополнительно свидетельствует о необходимости разработки специального закона для регулирования указанной деятельности

## 1. О ядерной доктрине Российской Федерации

В РФ отсутствует единый доктринальный документ, который определял бы основные цели и задачи ядерного оружия в обеспечении национальной безопасности и систематически корректировался бы в соответствии с изменением стратегической ситуации.

Отчасти роль такого документа выполняет совокупность положений Стратегии национальной безопасности РФ и Военной доктрины РФ, относящихся к ядерному оружию, а также ФЗ «О ратификации ДВЗЯИ».

ФЗ «О ратификации ДВЗЯИ» определяет основную задачу в области ядерного оружия: необходимость «поддержания боевой готовности, надежности и безопасности ядерного арсенала РФ на уровне, обеспечивающем национальную безопасность РФ» (п. 1 статьи 2), и относит, тем самым, ядерное оружие к средствам обеспечения национальной безопасности.

### 1.1. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации о ядерном оружии

Стратегия национальной безопасности РФ была утверждена Указом Президента РФ от 12 мая 2009 года и определяет следующие основные аспекты, связывающие национальную безопасность и ядерное оружие.

#### 1. О роли ядерного оружия для безопасности России.

Положение 32 отмечает, что «главной задачей укрепления национальной обороны в среднесрочной перспективе является переход к качественно новому облику Вооружённых Сил (ВС) с сохранением потенциала стратегических ядерных сил...». «Для этого... обеспечивается выполнение государственных программ и заказов на разработку, создание и модернизацию вооружения, военной и специальной техники...».

Комментарий. «Сохранение потенциала стратегических ядерных сил» — это практически единственный тезис Стратегии, связанный с ролью ЯО в обеспечении национальной безопасности. Однако Стратегия не предполагает развития потенциала стратегических ядерных сил и не определяет общие перспективы нестратегических ядерных сил.

#### 2. О проблемах ядерного сдерживания на современном этапе.

Положение 96 отмечает, что «в интересах обеспечения стратегической стабильности и равноправного многостороннего взаимодействия на международной арене Россия в период реализации настоящей Стратегии предпримет все необходимые усилия на наименее затратном уровне по поддержанию паритета с США в области СНВ в условиях развертывания ими глобальной системы ПРО и реализации концепции молниеносного удара с использованием стратегических носителей в ядерном и неядерном оснащении».

Комментарий. Это положение, с одной стороны, отмечает стремление РФ к обеспечению паритета с США в области СЯС, а с другой стороны, отмечает растущий риск для реального осуществ-



ления ядерного сдерживания, связанный с развитием средств ПРО и созданием масштабных арсеналов ВТО.

#### 3. О сокращении ядерных арсеналов.

Положение 91: «Россия в отношениях с международным сообществом опирается на принципы сохранения стабильности и предсказуемости в области СНВ, придает особое значение достижению новых полноформатных двусторонних договоренностей по дальнейшему сокращению и ограничению СНВ».

Комментарий. Данное положение подтверждает стремление к развитию договорного процесса по сокращению ЯО и было практически закреплено на практике в 2010 году заключением Договора СНВ-3.

#### 4. О продвижении к безъядерному миру.

В положении 90 говорится: «Формирование благоприятных условий для устойчивого развития России на долгосрочную перспективу достигается за счет обеспечения стратегической стабильности, в том числе, путем последовательного продвижения к миру, свободному от ядерного оружия, и создания условий равной безопасности для всех».

Комментарий. Стратегия фактически подтверждает, что достижение безъядерного мира рассматривается в качестве долгосрочной цели РФ. Это положение является определенным «реверансом» в сторону статьи 6 ДНЯО, который, однако, был принят в условиях огромной военной мощи обычных ВС СССР, и когда США рассматривали ядерное оружие как средство их сдерживания. В настоящее время ситуация кардинально изменилась — ядерные средства РФ являются сдерживающим фактором для системы обычных вооружений НАТО.

Не ясно, почему ядерное оружие противоречит стратегической стабильности в долгосрочной перспективе. История последних 60 лет говорит об обратном. Не ясно также, почему безъядерный мир будет стратегически стабилен? На протяжении всей безъядерной истории до 1945 года он никогда таковым не был.

В целом отмеченные положения не в полной мере отражают реальную роль ядерного оружия для обеспечения безопасности России в условиях резкой асимметрии военно-экономических по-

тенциалов, численности и боевого оснащения ВС между РФ и основными «геополитическими игроками» на современном этапе (см. Приложение 1).

Известное беспокойство вызывает отсутствие в Стратегии определения роли нестратегических ядерных сил для региональной безопасности и регионального сдерживания.

Определенную неудовлетворенность вызывает также следующее:

В соответствии с положением 4 «Стратегия...» определена как базовый документ по планированию развития системы национальной безопасности.

В соответствии с положением 6 система обеспечения национальной безопасности определена как «силы и средства обеспечения национальной безопасности».

К силам обеспечения национальной безопасности отнесены «ВС РФ, другие войска, воинские формирования и органы, в которых федеральным законодательством предусмотрена воинская и (или) правоохранительная служба, а также федеральные органы исполнительной власти, принимающие участие в обеспечении национальной безопасности на основе законодательства Российской Федерации».

Замечание. Хотя ГК «Росатом» принимает фактическое участие в обеспечении национальной безопасности, в Стратегии она не отнесена к «силам обеспечения...», так как не является федеральным органом исполнительной власти.

К средствам обеспечения национальной безопасности относятся «технологии, а также технические, программные... средства...», используемые в системе обеспечения национальной безопасности для сбора, формирования... или приема информации о состоянии национальной безопасности и мерах по ее укреплению.

Замечание. Среди «средств обеспечения...» отсутствует ядерное оружие, а также средства его производства, поскольку они не входят в технологии (технология — это способ производства), и в средства, используемые в информационных целях.

### 1.2. Военная доктрина Российской Федерации о ядерном оружии

Ряд вопросов о роли ядерного оружия конкретизирует и разъясняет «Военная доктрина Российской Федерации».



## 1. Из основных задач Вооружённых Сил.

К основным задачам Вооружённых Сил в мирное время отнесено:

- в п. 27 б) «стратегическое сдерживание, в том числе предотвращение военных конфликтов»;
- в п. 27 в) «поддержание состава, состояния... и подготовки стратегических ядерных сил, сил и средств, обеспечивающих их функционирование и применение, а также систем управления на уровне, гарантирующем нанесение заданного ущерба агрессору в любых условиях обстановки».

К задачам оснащения Вооружённых Сил вооружением, военной и специальной техникой отнесены:

п. 41 а) «комплексное оснащение (переоснащение)... стратегических ядерных сил..., а также поддержание их в состоянии, обеспечивающем их боевое применение»;

При этом нестратегические ядерные силы «выпали» из этих задач.

### 2. О ядерном сдерживании.

В п. 16 говорится: «Ядерное оружие будет оставаться важным фактором предотвращения возникновения ядерных военных конфликтов и военных конфликтов с применением обычных средств поражения (крупномасштабной войны, региональной войны).

Российская Федерация оставляет за собой право применить ядерное оружие в ответ на применение против нее и (или) ее союзников ядерного и других видов оружия массового поражения, а также в случае агрессии против Российской Федерации с применением обычного оружия, когда под угрозу поставлено само существование государства.

### 3. Об основных задачах по ядерному сдерживанию.

К основным задачам Российской Федерации по сдерживанию и предотвращению военных конфликтов отнесено:

- в п. 19 в) «поддержание стратегической стабильности и потенциала ядерного сдерживания на достаточном уровне»;
- в п. 19 ж) «соблюдение международных договоров в области ограничения и сокращения стратегических наступательных вооружений»;
- в п. 19 к) «заключение международного Договора о предотвращении размещения в космическом пространстве любых видов оружия».

При этом отмечается растущее значение ядерных вооружений:

В п. 12 б) к характерным чертам современных военных конфликтов отнесено: «массированное применение систем вооружения и военной техники, основанных на новых физических принципах и сопоставимых по эффективности с ядерным оружием».

Это положение говорит о том, что развитие ОНФП и ВТО может в существенной степени, со временем, ослабить гарантии ядерного сдерживания.

### 4. Об основных военных угрозах.

п. 10 б) относит к основным военным угрозам: «нарушение функционирования стратегических ядерных сил (РФ), систем предупреждения о ракетном нападении, контроля космического пространства, объектов хранения ядерных боеприпасов, атомной энергетики...».

Комментарий: Из данного перечисления, по непонятным причинам, выпало нарушение функционирования нестратегических ядерных сил.

Это положение говорит о растущем риске утраты гарантий ядерного сдерживания в условиях превентивного удара с использованием ядерных средств, средств ВТО и ОНФП.

В целом эти доктринальные документы определяют:

- важное значение ЯО (СЯС) для безопасности РФ посредством гарантий ядерного сдерживания;
- растущий риск для гарантий сдерживания в условиях роста возможностей ядерных и неядерных средств превентивного удара (по комплексам СЯС и объектам ядерной инфраструктуры) и развития средств ПРО;
- процесс сокращения СЯС, как один из факторов глобальной безопасности (что

является спорным).

Для решения этих проблем необходимы:

- повышение живучести ядерных вооружений к воздействиям ПФ ЯВ, ОНФП и ВТО;
- повышение качества ядерного боевого оснащения (его надежности, эффективности и безопасности) с учетом неизбежного сокращения его номенклатуры и в условиях отсутствия натуральных ядерных испытаний.

## 2. О мероприятиях по сопровождению и поддержанию ядерного боезапаса Российской Федерации

### 2.1. Полномочия Президента и Правительства Российской Федерации, определяемые ФЗ «О ратификации ДВЗЯИ»

Часть 1 статьи 3 определяет, что Президент РФ:

- «осуществляет государственное регулирование деятельности в области обеспечения поддержания ядерного арсенала, надежности и безопасности ядерного оружия»;
- утверждает структуру государственного управления деятельностью в области ядерного оружия»;
- утверждает федеральные программы в области ядерного оружия и контроля за ядерными испытаниями».

Часть 2 статьи 3 определяет, что Правительство РФ:

- «руководит разработкой соответствующих программ по обеспечению поддержания ядерного арсенала, надежности и безопасности ядерного оружия... осуществляет гарантированное и приоритетное финансирование этих программ»;
- представляет Президенту РФ ежегодный доклад о состоянии надежности и безопасности ядерного боезапаса и возможности РФ по воспроизводству ЯБП без проведения полномасштабных ядерных испытаний».

### 2.2. Определяющие положения ФЗ «О ратификации ДВЗЯИ»

#### 1. Развитие РФЯЦ и предприятий ЯОК.

п. 2 статьи 2 определяет необходимость «поддержания федеральных ядерных центров, предприятий и организаций, входящих в ЯОК РФ, и реализации программ в области теоретических и прикладных исследований и технологических разработок в целях обеспечения необходимого научно-технического и производственного потенциала в области ЯО, экспериментально-испытательной базы, уровня квалификации ученых, конструкторов..., занятых в ЯОК РФ, а также уровня их социальной защищенности».

Это Положение определяет основополагающую роль РФЯЦ и других предприятий ЯОК РФ в решении задач по обеспечению качества ядерного оружия в условиях действия ДВЗЯИ.

#### 2. Сохранение и развитие технологий.

п. 3 статьи 2 определяет необходимость «сохранения и развития ядерных оружейных технологий на всех стадиях разработки и производства ЯЗ и ЯБП, модернизации технической базы ЯОК РФ».

Это Положение подчеркивает необходимость в условиях действия ДВЗЯИ сохранения в полном объеме технологий, необходимых для создания ядерного боевого оснащения, а также развития технической базы ЯОК РФ.

#### 3. Гарантированное и приоритетное финансирование.

п. 7 статьи 2 определяет необходимость «гарантированного и приоритетного финансирования государственных программ по поддержанию ЯОК РФ».

Это Положение определяет высокий приоритет государственных программ по поддержке ЯОК РФ и необходимость их гарантированного обеспечения.

#### 2.3. Основные положения Военной доктрины по развитию оборонно-промышленного комплекса

Военная доктрина определяет основные задачи развития предприятий ОПК, относящиеся также к предприятиям ЯОК РФ.

К задачам развития оборонно-промышленного комплекса относятся:

- п. 46 а) «совершенствование оборонно-промышленного комплекса на основе создания и развития крупных научно-производственных структур»;
- п. 46 в) «обеспечение технологической независимости Российской Федерации в области производства стратегических и других образцов вооружения, ... в соответствии с государственной программой вооружения»;
- п. 46 е) «сохранение государственного контроля над стратегически значимыми организациями оборонно-промышленного комплекса»;
- п. 46 ж) «активизация инновационно-инвестиционной деятельности, позволяющей проводить качественное обновление научно-технической и производственно-технологической базы»;
- п. 46 з) «создание, поддержание и внедрение военных и гражданских базовых и критических технологий, обеспечивающих создание, производство и ремонт находящихся на вооружении и перспективных образцов вооружения, ... технологические прорывы или создание опережающего научно-технического задела в целях разработки принципиально новых образцов вооружения..., обладающих ранее недостижимыми возможностями».

## 3. Обязательства по ДВЗЯИ и ДНЯО

Существенное влияние на ядерные возможности РФ оказывают обязательства по таким международным соглашениям как ДВЗЯИ и ДНЯО.

### 3.1. Обязательства по ДВЗЯИ

Запрещение ядерных испытаний поставило беспрецедентную задачу – выработку гарантий эффективности, надежности и безопасности ядерного боевого оснащения при отсутствии возможности прямой проверки этих качеств в условиях неизбежного «размытия» технологий производства, свойств материалов и ухода специалистов, которые непосредственно разрабатывали ядерные и термоядерные заряды, стоящие на вооружении. На решение этих проблем направлены мероприятия, которые предусмотрены ФЗ «О ратификации ДВЗЯИ» и о которых говорилось в разделе 2.

### 3.2. Обязательства по ДНЯО

Основные обязательства по ДНЯО предполагают жесткий государственный контроль за ядерным оружием и возможностями его создания с тем, чтобы исключить риск их передачи какой-либо другой стороне, в том числе риск, связанный с «человеческим фактором».

Из статьи 1.

«Каждое из государств – участников... обладающих ядерным оружием, обязуется не передавать кому бы то ни было ядерное оружие или другие ядерные взрывные устройства, а также контроль над таким оружием или взрывными устройствами ни прямо, ни косвенно...»

Комментарий. Слова «кому бы то ни было» допускают различные толкования:

- Минимальное истолкование «кому бы то ни было» – другому государству, как обладающему, так и не обладающему ядерным оружием. При этом под ядерным оружием подразумевается исключительно ядерное боевое оснащение, не включая средства доставки.
- Промежуточное – дополнительно включает любые иностранные юридические лица (например, негосударственные или международные организации), а также иностранных физических лиц.
- Максимальное – дополнительно включает любые юридические лица данного государства, не являющиеся непосредственно подотчетными/подведомственными органам государственной власти.

Очевидно, что на практике используется «промежуточное истолкование». В США в рамках системы GOCO ядерное оружие отчасти находится под контролем управляющих компаний ядерными объектами США (Pantex, LANL, LLNL, SNL и т.д.).

В РФ в реально существующей ситуации ядерное оружие отчасти находится под контролем предприятий ЯОК (ЭХП, ПСЗ, РФЯЦ-ВНИИЭФ,







РФЯЦ-ВНИИТФ), которые подведомственны Госкорпорации «Росатом», не являющейся органом государственной власти, а исполняющей функции управляющей организации, порученные ей государством.

2. Из статьи 6.

«Каждый участник... обязуется ... в духе доброй воли вести переговоры об эффективных мерах по прекращению гонки ядерных вооружений в ближайшем будущем и ядерному разоружению, а также о Договоре о всеобщем и полном разоружении под строгим и эффективным международным контролем».

Этот пункт является основой для заявлений ядерных государств об их стремлении к безъядерному миру.

## 4. Об управлении ЯОК госкорпорацией «Росатом»

В настоящее время основным законодательным актом, регулирующим, в том числе, некоторые отношения в ядерном оружейном комплексе, является ФЗ № 317.

### 4.1. Цели Госкорпорации «Росатом» в области ядерного оружия

Часть 1 статьи 4 определяет: «Корпорация создаётся и действует в целях проведения государственной политики... развития и безопасного функционирования организаций... ядерного оружейного комплекса Российской Федерации, обеспечения ядерной и радиационной безопасности, нераспространения ядерных материалов и технологий...».

Часть 3 статьи 4 определяет: «Корпорация обеспечивает... выполнение заданий государственной программы вооружения и государственного оборонного заказа».

Часть 4 статьи 4 определяет: «Корпорация совместно с Министерством обороны... обеспечивает поддержание и развитие боезапаса... в качественном и количественном отношении на уровне, гарантирующем реализацию политики РФ в области ядерного сдерживания... ежегодно представляют Президенту РФ доклад о состоянии ЯОК РФ».

п. 34 части 1 статьи 15 относит к видам деятельности корпорации следующее: «разработка, испытания, производство, разборка и утилизация ЯБП и ЯЗ, обеспечение их надежности и безопасности на всех стадиях жизненного цикла, создание и сопровождение ЯЭУ военного назначения, образцов вооружения, военной и специальной техники с использованием ядерных оружейных технологий».

Комментарий.

Указанные виды деятельности в отношении

ЯБП и ЯЗ осуществляются ФГУПами, подведомственными корпорации и не входящими в число организаций корпорации.

### 4.2. Полномочия корпорации в реализации государственной политики и управления

Часть 3 статьи 6 определяет: «корпорация является уполномоченным органом управления использованием атомной энергии, осуществляющим полномочия и функции... в отношении организаций корпорации (ОАО и учреждения корпорации) и иных юридических лиц (подведомственные ФГУПы), осуществляющих... виды деятельности, связанные с разработкой, изготовлением, утилизацией ЯО и ЯЭУ военного назначения».

п. 1 статьи 7: корпорация «разрабатывает предложения по формированию государственной политики в области использования атомной энергии, включая научно-техническую, инвестиционную и структурную политику, по развитию и безопасному функционированию ЯОК РФ, представляет данные предложения на рассмотрение Президента РФ и в Правительство РФ и обеспечивает их реализацию».

п. 14 статьи 7: корпорация «обеспечивает собственную мобилизационную подготовку, контроль и координацию деятельности по мобилизационной подготовке...», а также подведомственных ФГУПов.

п. 17 статьи 7: корпорация «проводит проверки... подведомственных предприятий, связанные с реализацией полномочий по управлению атомной отраслью».

п. 18 статьи 7: корпорация «осуществляет лицензирование деятельности организаций по использованию ядерных материалов и радиоактивных веществ при проведении работ по использованию атомной энергии в оборонных целях, включая разработку, изготовление, испытание, транспортирование, эксплуатацию, хранение, ликвидацию и утилизацию ЯО и ЯЭУ военного назначения, за исключением деятельности организаций Минобороны РФ в этой области».

### 4.3. Полномочия корпорации по обеспечению исполнения Государственного Оборонного Заказа

Часть 1 статьи 13 определяет, что «корпорация наделяется полномочиями единственного исполнителя ГОЗ в установленной сфере деятельности».

Комментарий. В реальных условиях ГК «Росатом» является распределителем средств, выделяемых на выполнение ГОЗ, работы по которым в установленной области выполняются ФГУПами, подведомственными корпорации и не входящими в соответствии с определениями ФЗ № 317 в число «организаций корпорации».

Корпорация по решению Правительства РФ может наделяться отдельными полномочиями:

(п. 1 части 2 статьи 13) «государственного заказчика в рамках исполнения ГОЗ в установленной сфере деятельности».

(п. 2 части 2 статьи 13) «государственного заказчика... координатора долгосрочных программ, направленных на развитие и стабильное функционирование организаций ЯОК РФ, развитие инновационных технологий этого комплекса».

### 4.4. Другие полномочия корпорации в области ядерного оружия

К другим полномочиям корпорации относятся:

- Полномочия по обеспечению безопасности.
- Полномочия в области гражданской обороны и защиты населения при чрезвычайных ситуациях.
- Полномочия по обеспечению защиты сведений, составляющих государственную тайну.
- Полномочия по управлению государственным запасом специального сырья и делящихся материалов, а также другие полномочия.

### 4.5. Состав предприятий и организаций, управляемых корпорацией

В состав предприятий и организаций, управляемых корпорацией, входят организации корпорации (ОАО и учреждения корпорации, имущественные комплексы и акции которых переданы корпорации в собственность), подведомственные предприятия (ФГУПы), имущества которых находятся в собственности РФ и в отношении которых корпорации поручено осуществлять права собственника. Этот состав определяют Президент РФ и Правительство РФ.

ФЗ № 317 определяет в частности, что Президент РФ утверждает.

(Пункт 1 части 1 статьи 5):

- а) перечень ОАО, акции которых, находящиеся в федеральной собственности, подлежат передаче корпорации в качестве имущественного взноса РФ (ОАО корпорации);
  - б) перечень ФГУПов, в отношении которых корпорация осуществляет от имени РФ полномочия собственника имущества (подведомственные ФГУПы или подведомственные предприятия);
  - в) перечень ФГУПов, имущественные комплексы которых подлежат передаче корпорации в качестве имущественного взноса РФ, и порядок осуществления такого взноса;
  - г) перечень ФГУПов, подлежащих преобразованию в ОАО, акции которых будут переданы корпорации в качестве имущественного взноса РФ, и порядок осуществления такого взноса».
- пункт 1 в) части 2 статьи 5 определяет, что «Правительство РФ утверждает перечень ФГУ, передаваемых корпорации».

### 4.6. Об имуществе корпорации

Часть 1 статьи 17 определяет, что «имущество корпорации является ее собственностью». В соответствии со статьей 209 ГК РФ «собственнику принадлежат права владения, пользования и распоряжения своим имуществом».

Часть 2 статьи 17 определяет, что «имущество корпорации формируется за счет имущественных взносов РФ в соответствии с настоящим ФЗ...»

Комментарий. В соответствии с этим имущественные взносы РФ являются собственностью корпорации.

В соответствии с частью 1 статьи 18 в качестве имущественных взносов РФ корпорации передаются:

по пункту 2 «находящиеся в федеральной собственности акции ОАО по перечню, утверждаемому Президентом РФ...»

по пункту 3 «имущественные комплексы ФГУПов по перечню, утверждаемому Президентом РФ...»

по пункту 4 «имущество, закрепленное на праве оперативного управления за ФГУ, передаваемыми корпорации по перечню, утверждаемому Правительством РФ...».

Комментарий. Все эти имущественные взносы РФ становятся собственностью корпорации.

### 4.7. Полномочия корпорации по осуществлению прав собственника имущества подведомственных предприятий

В соответствии с частью 1 статьи 39 «корпорация осуществляет в отношении подведомственных ФГУПов следующие полномочия собственника имущества:

по пункту 1 «утверждает уставы подведомственных предприятий, вносит в них изменения, формирует уставные фонды указанных подведомственных предприятий».

по пункту 2 «на основании решений Президента РФ реорганизует и ликвидирует подведомственные предприятия...»

по пункту 3 «принимает решения по реорганизации и ликвидации, реорганизует и ликвидирует подведомственные предприятия, за исключением предприятий... (относящихся к п. 2)».

по пункту 4 «вносит предложения о закреплении федерального имущества на праве хозяйственного ведения за подведомственными предприятиями».

по пункту 5 «назначает на должность и освобождает от должности руководителей подведомственных предприятий...»

по пункту 7 «принимает решения по принципиальным вопросам деятельности подведомственных предприятий...»

по пункту 10 «осуществляет контроль за использованием по назначению и сохранностью принадлежащего подведомственным предприятиям имущества».

по пункту 12 «дает подведомственным предприятиям задания, обязательные для исполнения».

## 5. О проекте закона о ядерном оружии («Об использовании ядерной энергии в оборонных целях»)

Впервые ФЗ «О создании, эксплуатации, ликвидации и обеспечении безопасности ядерного оружия» был разработан рабочей группой при непосредственном участии одного из авторов этой статьи, принят постановлением Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации от 20 мая 1999 года N 3985-II ГД и официально представлен Президенту Российской Федерации Б.Н. Ельцину на подписание. Однако он был оставлен Президентом РФ без внимания и 26 июня 1999 возвращён Президентом РФ в Государственную Думу РФ «без рассмотрения». Подписание закона Президентом РФ в то время, видимо, позволило бы к настоящему времени решить ряд проблем в ЯОК России и существенно повлияло бы на современную ситуацию в ЯОК.

В дальнейшем продолжались попытки разработки этого закона межведомственной рабочей группой под эгидой Министерства Обороны РФ и 29 сентября 2007 года начальником Генерального штаба ВС РФ был подписан проект ФЗ «О создании, эксплуатации, ликвидации и обе-



спечении безопасности ядерного оружия», разработанный на основе закона, возвращённого Президентом РФ «без рассмотрения». Одновременно другой межведомственной рабочей группой под эгидой Минатома России/Федерального агентства по атомной энергии проводилась разработка проекта закона «О ядерных энергетических установках военного назначения». Тем самым предпринимались попытки распространения законодательного регулирования на виды деятельности и объекты использования ядерной энергии, не входящие в сферу деятельности ФЗ «Об использовании атомной энергии». Однако, ни тот ни другой законопроект так и не были внесены в Государственную Думу.

Тем не менее, представляется целесообразным рассмотреть основные положения проекта закона «О создании, эксплуатации, ликвидации и обеспечении безопасности ядерного оружия».

1. Целью законопроекта являлось определение правовых основ и основных принципов деятельности в области ЯО.

Предметом законопроекта являлись отношения при осуществлении деятельности по созданию, эксплуатации, ликвидации и обеспечению безопасности ЯО, установление прав, обязанностей и ответственности федеральных органов государственной и исполнительной власти, организаций, юридических и физических лиц.

Отмечалось, что в настоящее время федерального закона, регулирующего отношения в области ядерного оружия, не существует, а регулирование осуществляется, в основном, подзаконными нормативными правовыми актами, не в полной мере отвечающими требованиям современного периода.

2. Законодательное регулирование деятельности в области ЯО необходимо осуществлять с учетом:

- Разграничения предметов ведения и полномочий между органами государственной власти.
- Многообразия форм собственности и видов ресурсов.
- Централизации государственного управления ядерными объектами и контроля их деятельности.
- Разделения функций и ответственности в сфере государственного управления деятельностью в области ЯО.

Отсутствие ФЗ не позволяет обеспечить эффективное, полное и комплексное регулирование отношений в данной сфере.

3. Основные положения законопроекта позволяют:

- Определить основные принципы государственного регулирования деятельностью в области ЯО.
- Законодательно закрепить требование централизации государственного управления ядерными объектами, разделение функций и ответственности в сфере его осуществления.
- Уточнить полномочия Президента РФ, Правительства РФ и федеральных органов, осуществляющих государственное управление в области ядерного оружия.
- Законодательно регулировать деятельность по производству ядерных и специальных материалов, используемых для создания ЯО.

4. К сфере действия ФЗ, в частности, относятся:

- Создание ЯО — деятельность, включающая исследования в области ЯО, производство оружейных ядерных и специальных материалов, заказ на разработку, модернизацию, испытания, производства и поставку ЯО, а также непосредственно разработку, модернизацию, испытания, производство и поставку ЯО.
- Эксплуатация ЯО.
- Ликвидация ЯО.
- Ядерное обеспечение (своевременное обеспечение войск ЯБП).
- Обеспечение безопасности ЯО.
- Создание, функционирование и ликвидация ядерных оружейных объектов.
- Охрана ядерного оружия и ядерных оружейных объектов.
- Физическая защита ЯО.
- Обеспечение особого режима безопасного функционирования ядерных оружейных

объектов.

- Разработка, утверждение и введение в действие норм и правил в области ЯО.
- Государственный надзор за ядерной и радиационной безопасностью в области ЯО.
- Лицензирование деятельности по созданию и ликвидации ЯО.
- Обеспечение режима нераспространения ЯО, ядерных оружейных технологий, ядерных оружейных и специальных материалов.
- Учет и контроль ядерного оружия и ядерных материалов.
- Защита информации о ЯО, ядерных оружейных и специальных материалах.
- Предупреждение ядерного терроризма в отношении ЯО, ядерных оружейных объектов, ядерных оружейных и специальных материалов.
- Предупреждение аварий ЯО и на ядерных оружейных объектах и ликвидация их последствий.
- Обращение с радиоактивными отходами.
- Международное сотрудничество и обеспечение обязательств РФ по международным договорам в области ЯО.

Представляется целесообразным объединить основополагающих норм и правил по всем этим вопросам в едином ФЗ с целью определения и разграничения функций, обязанностей и ответственности между обеспечивающими и управляющими органами и организациями различных уровней, определения правил и порядка государственного контроля по каждому из отмеченных основных направлений и в результате — практическое обеспечение ядерного оружейного статуса Российской Федерации. Важнейшей частью этого закона должно быть установление статуса и регулирование деятельности РФЯЦ и других предприятий, участвующих в создании ЯЗ и ЯБП, особенно серийных предприятий по их производству.

## 6. Предложения о статусе РФЯЦ

6.1. Разработка и сопровождение ядерного боевого оснащения представляет собой высоконаучную область деятельности, сочетающую использование высокой науки (НЭД-физики), передовых технологий, специальных материалов, особых методов конструирования и отработки, развитых в течение многих десятилетий в федеральных ядерных центрах, и требует кадрового обеспечения высокопрофессиональными инженерно-техническими специалистами и научными работниками по ряду направлений в широкой области человеческих знаний и практики.

В основе современной деятельности РФЯЦ лежит использование супервычислений и моделирования процессов, масштабных исследовательских установок и информационных массивов, накопленных в сотнях ядерных испытаний, а также — высокопрофессиональный кадровый потенциал, обладающий накопленным опытом создания ЯЗ и ЯБП, критическими знаниями и технологиями в этой области, что представляет собой уникальное достояние Российской Федерации.

Эти факторы и особая роль ядерного боевого оснащения в обеспечении безопасности являются основанием для особого статуса РФЯЦ, необходимого для решения задач сопровождения и развития ядерного оружия на мировом уровне и в долгосрочной перспективе.

Оптимальным решением представляется присвоение Федеральным ядерным центрам специального статуса, предусматривающего государственную собственность на основные средства производства РФЯЦ, включая специальную информацию о работе и конструкциях сотен испытанных ранее ядерных и термоядерных зарядов, и передачу этой собственности в управление РФЯЦ.

Отметим также, что исключительные качества ядерного оружия определяют в международных соглашениях центральную роль:

- зачёта боеголовок в международных соглашениях по ограничению и контролю ядерного оружия;
- ядерных оружейных материалов в соглашениях и обязательствах о прекращении

их производства, определения их излишков и способов обращения с ними;

- ядерной компоненты в Договоре о нераспространении ядерного оружия, режимах гарантий МАГАТЭ;
- ядерных испытаний в Договоре о всеобщем запрещении ядерных испытаний.

6.2. Содержательная часть статуса РФЯЦ должна включать следующее.

РФЯЦ обеспечивают выполнение государственных задач в области обороны и безопасности Российской Федерации:

- Создания и научно-технического сопровождения ЯБО.
- Формирования научно-технической политики в области ЯО и ОНФП.
- Создания образцов наукоёмких неядерных вооружений, в том числе ОНЭ.
- Проведения фундаментальных и прикладных научных исследований в интересах ЯБО и ОНФП и средств защиты от них.
- Разработки технологий эксплуатации, хранения и транспортирования ЯБО и их элементов.
- Сохранения, развития и создания критических технологий в области ЯБО и ОНФП.
- Развития и создания научно-технической базы на передовом мировом уровне.
- Сохранения и развития критических знаний и кадрового потенциала, необходимого для решения всех этих задач.

6.3. РФЯЦ подведомственны ГК «Росатом» в сфере осуществления ею своих компетенций в области ядерной оружейной деятельности и обеспечения безопасности ядерных оружейных работ.

6.4. Основными видами деятельности РФЯЦ являются:

- Разработка и модернизация ЯЗ и ЯБП; ОНФП; ЯЭУ военного назначения; производство малых серий ЯЗ и их основных узлов представительского типа.
- Научно-техническое сопровождение боезапаса ЯЗ и ЯБП; обеспечение их надежности и безопасности в условиях действия ДВЗЯИ.
- Разрешенная деятельность на ЦП РФ.
- Развитие и эффективная эксплуатация экспериментально-вычислительной и производственно-технологической базы, необходимой для обеспечения надежности, безопасности и эффективности ЯБО, создание новых видов ЯБО и образцов ОНФП.
- Проведение фундаментальных и поисковых научных исследований в интересах развития ЯБО, ОНФП и средств защиты от их ПФ.
- Разработка образцов и элементов наукоёмких неядерных вооружений.
- Сохранение, развитие и создание критических знаний и технологий.
- Обеспечение мирового уровня кадрового потенциала в основных направлениях деятельности; решение задач преемственности.
- Участие в разработке долгосрочных прогнозов и проектов государственных программ в области ЯБО, ОНФП.
- Научно-техническое сопровождение работ по состоянию, контролю и выработке рекомендаций для международных договоров и соглашений в области ядерного оружия.
- Разработка средств физической защиты и комплексной безопасности в области ЯБО.
- Развитие инновационной деятельности, внедрение передовых технологий и разработок в гражданские отрасли экономики.

Негативным фактором является последовательное снижение уровня государственного статуса ядерных центров РФ. Первоначально они являлись ядерными оружейными объектами и государственными предприятиями МСМ. Затем они стали унитарными предприятиями Минатома, а затем ФГУПами Федерального агентства по атомной энергии «Росатом». В настоящее время Федеральные ядерные центры являются ФГУПами, подведомственными Госкорпорации «Росатом».

Особый статус РФЯЦ целесообразно закрепить в Федеральном законе и/или Указе Президента РФ. Этот статус должен обеспечивать сохранение и развитие возможностей создания

и сопровождения ядерного боевого оснащения, основных технологий, необходимых в этих целях, и государственного суверенитета и контроля над разработкой и созданием ядерного боевого оснащения, безотносительно к структурной перестройке организационных форм, изменениям целей и задач управляющих компаний/ведомств.

Конечно, в ФЗ необходимо иметь также соответствующие разделы, касающиеся и других предприятий ЯОК, участвующих в создании ЯЗ и ЯБП, особенно серийных предприятий для производства ЯЗ и ЯБП.

## Заключение

В связи с особой ролью ядерного оружия в обеспечении национальной безопасности Российской Федерации целесообразно сформулировать и утвердить ядерную доктрину Российской Федерации, в которой единым образом должны быть регламентированы все основные направления и процессы развития ядерного оружия и ядерного оружейного комплекса Российской Федерации для практического обеспечения ядерного оружейного статуса Российской Федерации.

В связи с многоплановым характером работ по ядерному оружию, участием в них многих ведомств, организаций и предприятий целесообразно подготовить единый федеральный закон (условное название «Закон об использовании ядерной энергии в оборонных целях»), который регламентировал бы функции, обязанности и ответственность для обеспечивающих и управляющих органов и организаций различных уровней и определял правила и порядок государственного контроля по каждому из основных направлений деятельности.

В связи с реформированием организационных форм предприятий и организаций в атомной промышленности и в ядерном оружейном комплексе Российской Федерации необходимо закрепить в интересах национальной безопасности особый статус Федеральных ядерных центров и других предприятий, участвующих в создании ЯЗ и ЯБП, в Федеральном законе об использовании ядерной энергии в оборонных целях и/или в Указе Президента РФ, который должен обеспечивать сохранение и развитие методов, технологий, знаний и средств создания и сопровождения ядерного боевого оснащения безотносительно к конкретным структурным перестройкам.

Для разработки и принятия ФЗ об использовании ядерной энергии в оборонных целях необходимы не только высокий профессионализм его разработчиков, но и четко проявленная политическая воля.

## Приложение 1

### Характеристики военного-экономического потенциала и основных видов вооружений ведущих государств

Данные взяты из The Military Balance 07 марта 2011 года (издание Международного института стратегических исследований. Лондон. Великобритания).

1. Характеристики ВВП и оборонного бюджета.

В таблице 1 приведены для 2010 года объемы ВВП в трлн долларов и оборонного бюджета (ОБ) в млрд долларов для десяти государств, выделяющих самые крупные средства на цели обороны, а также отношение  $\delta = \text{ОБ/ВВП} (\%)$ , общая численность  $N_{\text{ВС}}$  (в тыс. чел.) и удельные затраты оборонного бюджета  $\text{ОБ}/N$  (в тыс. дол./чел.).

Россия в этом списке по величине ОБ занимает 7–8 места вместе с Германией, существенно уступая ей по удельным расходам.

Абсолютный размер оборонного бюджета США многократно превышает размер оборонного бюджета любой другой страны и превышает в 16,7 раза оборонный бюджет России. Удельные расходы  $\text{ОБ}/N$  для большинства государств в несколько раз превышают удельные расходы РФ.

Многие другие государства обладают большими ВС. Так, например, численность ВС Турции составляет  $N = 510$  тыс. чел. при  $\text{ОБ} = 10$  млрд дол., так что для Турции  $\text{ОБ}/N \approx 20$  тыс. дол./чел.

2. Характеристики вооружений и вооруженных сил.

Характеристики основных видов военной мощи на 2010 год приведены в таблице 2 для шести государств.

## Приложение 2

### О ядерной доктрине США

Представляется важным сравнить доктринальные положения о ядерном оружии в РФ с доктринальными положениями, действующими в настоящее время в США.

В апреле 2010 года была обновлена стратегия развития ядерного оружия США, представленная в NPR-2010. Этот документ был подготовлен Минобороны США и согласован с Минэнерго и Государственным департаментом.

### Пять ключевых задач ядерной доктрины США:

- предотвращение распространения ядерного оружия и ядерного терроризма;
- уменьшение роли ядерного оружия в стратегии национальной безопасности США;
- обеспечение стратегического сдерживания и стабильности при сниженном уровне ядерных сил;
- усиление регионального сдерживания;
- поддержание безопасности надежного и эффективного ядерного арсенала.

Эти положения во многом созвучны с «ядерной доктриной РФ», однако приоритеты несколько различаются. Вопрос об обеспечении стратегического сдерживания и стабильности при уменьшении ядерного потенциала является для РФ ключевым в отличие от США.

Перед США не стоят так остро, как они стоят перед РФ, такие сложнейшие задачи:

- преодоление масштабной и эффективной системы ПРО;
- обеспечение гарантий живучести СЯС (морская компонента триады СЯС США практически неязвима, и это же, в значительной степени, относится к авиационным СЯС США);
- обеспечение живучести ядерных сил по отношению к массированному неядерному удару ВТО и ОНФП (таких угроз со стороны вероятных противников США просто нет).

### Новая ситуация по обеспечению стратегического сдерживания

- США договорились с РФ в рамках нового Договора по СНВ о предельных количествах в 1550 ядерных стратегических боеголовок, 700 развернутых средств доставки стратегического оружия и общего предельного количества в 800 развернутых и неразвернутых стратегических ПУ;
- ядерная триада США, состоящая из МБР, БРПЛ и ТБ, способных нести ядерное оружие, будет сохранена;
- РГЧ ИН на всех американских МБР будут демонтированы, и на каждой из них останется только одна БГ для повышения стабильности;
- участие неядерных систем и задачи подтверждения гарантий сохраняются на основе отсутствия ограничений на ПРО и сохранения права выбора использования ТБ и ракет большой дальности для выполнения задач, предусматривающих обычное оружие.

В последнем положении по существу говорится о принципиальном значении, которое США придают возможности создания масштабной ПРО и использованию неядерных средств на стратегических носителях. Фактически речь идет о создании в перспективе неядерного потенциала средств первого удара с достаточными гарантиями перехвата «остатков» БГ средствами ПРО.

### Дальнейшее сокращение ядерных вооружений

Любое сокращение ядерных вооружений в будущем должно:

- укреплять режим регионального сдерживания;
- укреплять стратегическую стабильность отношений с РФ и КНР;
- обеспечивать гарантии защиты союзников/партнеров.

государство	ВВП	ОБ	δ	N	ОБ/N
США	14,62	693	4,74	1580	439
КНР	5,73	76,4	1,33	2285	33,4
Великобритания	2,25	56,5	2,51	176	321
Япония	5,39	52,6	1,03	230	229
Саудовская Аравия	0,44	45,2	10,4	233	194
Франция	2,59	42,6	1,64	255	167
Россия	1,49	41,4	2,78	1027	40,3
Германия	3,35	41,2	1,23	251	164
Индия	1,55	38,4	2,48	1325	29
Бразилия	2,04	34,7	1,7	328	106

Таблица 1 – Объемы ВВП

	США	РФ	КНР	Великобритания	Франция	Индия
Стратегические ядерные силы						
ПУ МБР	450	376	66	0	0	0
АПЛ с БРПЛ	14	14	3	4	4	0
Стратегические ТБ с ЯО	90	79	-	0	0	0
Стратегические ТБ (всего)	154	251	132	0	0	0
Фронтальная авиация						
Самолеты 5-го поколения	168	0	0	0	0	0
Самолеты 4-го поколения	3324	897	591	189	254	244
Ударные вертолеты	1404	336	6-10	66	30	20
Транспортные вертолеты	2366	624	306	180	162	117
Специальные авиасредства						
Авиация раннего предупреждения	104	20	8	6	7	2
Тяжелые беспилотные самолеты	239	0	0	5	3	4
Военные спутники						
«Фотосъемка»	6	2	15	0	3	1
«Электронная разведка»	17	2	8	0	0	0
«Навигация»	32	36	8	0	0	0
Бронетехника						
Современные танки	6242	1300	2450	325	254	444
Современные БМП	6452	4960	2390	526	232	1105
Основные корабли ВМФ						
Авианосцы	11	1	0	1	1	1
Крейсеры/эсминцы	81	25	13	7	13	10
Фрегаты	31	7	65	17	11	12
АПЛ без БРПЛ	57	25	6	7	6	1
Крупные десантные корабли	31	0	1	7	4	1

Таблица 2 - Характеристики основных видов военной мощи

АПЛ с БРПЛ	- атомные подводные лодки с баллистическими ракетами
ВТО	- высокоточное оружие
ВВП	- валовой внутренний продукт
ВС	- вооруженные силы
ГОЗ	- Государственный оборонный заказ
ДВЗЯИ	- Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний
ОНФП	- оружие на новых физических принципах
ПРО	- противоракетная оборона
ПФЯВ	- поражающие факторы ядерного взрыва
ПСЗ	- приборостроительный завод (предприятие ЯОК)
ПУ МБР	- пусковые установки межконтинентальных баллистических ракет
РФЯЦ	- Российский Федеральный ядерный центр
СНВ	- стратегические наступательные вооружения
СЯС	- стратегические ядерные силы
ТБ	- тяжелые бомбардировщики
ЭХП	- комбинат «Электрохимприбор» (предприятие ЯОК)
ЯОК	- ядерный оружейный комплекс
ЯБП	- ядерный боеприпас
ЯЗ	- ядерный заряд
ЯО	- ядерное оружие
ЯЭУ	- ядерная энергетическая установка

Список сокращений:

В этих целях необходимы:

- уточнение требований к сдерживанию в новых условиях;
- дальнейшее развитие неядерного потенциала;
- целенаправленность характера сокращения стратегических и нестратегических вооружений (ядерных);
- обеспечение неприемлемого ущерба в ответном ударе;
- обновление ядерной инфраструктуры в качестве средства гарантий от «сюрпризов» вместо сохранения большого количества неразвернутых БГ;
- отсутствие большой разницы в ядерном потенциале РФ и США, хотя строгий количественный паритет не столь важен;
- решение вопросов, связанных с не СЯС и с неразвернутым ядерным оружием РФ и США в процессе любых дальнейших переговоров с РФ о сокращении ядерных вооружений.

Отметим, что здесь отсутствуют условия, связанные с сокращением ядерных сил Великобритании и Франции, а также КНР.

Здесь следует отметить отсутствие выраженной заинтересованности США в дальнейшем сокращении ядерных сил без существенных уступок со стороны РФ:

- если не будет достигнута договоренность с РФ по сокращению нестратегических ядерных сил. Существенным условием также является дальнейшее наращивание неядерного потенциала США, способного решать задачи СЯС.

### Развитие ЯОК США

«Разработав серьезную Программу управления ядерным арсеналом, направленную на продление сроков эксплуатации американского ЯО, США смогут сохранить безопасный, хорошо защищенный и эффективный потенциал ядерного сдерживания, не прибегая к разработке новых боеголовок или к ядерным испытаниям».

Эта цель полностью созвучна главной задаче, стоящей перед ЯОК РФ.

«Поддержание ЯО обеспечивается современной физической инфраструктурой, включая лаборатории, занимающиеся вопросами национальной безопасности, комплекс вспомогательных объектов и работников высокой квалификации, обладающих специальными знаниями. По мере сокращения ядерного арсенала надежность остающегося арсенала и качество установок, необходимых для его обеспечения, приобретают все большее значение».

«Вызывает беспокойство вопрос комплекции кадрами. Лабораториям все труднее привлекать и удерживать молодых способных ученых и инженеров. Им необходимо предоставить возможность участвовать в сложных и значимых научно-исследовательских проектах».

«Требуется укреплять научную, техническую и инженерную базы, что насущно необходимо для управления ядерным арсеналом и понимания проблем нераспространения».

«Для обеспечения долгосрочной безопасности, сохранности и эффективности ЯО требуется увеличение инвестиций в комплекс объектов ЯОК и в кадровые ресурсы».

Здесь следует отметить практические полное совпадение задач и проблем, стоящих перед ЯОК США и перед ЯОК РФ.

Представляется целесообразным сформулировать и утвердить в подобном едином документе ядерную доктрину РФ, которая определила бы основные цели, задачи и векторы развития ядерного оружия и ядерного оружейного комплекса в соответствии с основными направлениями обеспечения национальной безопасности и обеспечения стратегической стабильности.

Условным названием такого документа может быть «Ядерная стратегия Российской Федерации» или «Стратегия ядерной безопасности Российской Федерации» (последнее название больше соответствует американским традициям).

### Стратегический план NNSA Министерства энергетики США на период 2020 года

Аналогом Программы развития ЯОК РФ является «Стратегический план NNSA», который был опубликован в мае 2011 года.

Стратегический план является юридическим документом, который включает всестороннее определение миссии, стратегических задач, описание того, как задачи могут быть решены, а цели достигнуты. К основным стратегическим целям NNSA отнесены следующие цели.

«Уменьшение ядерных угроз» – цель, непосредственно связанная с работой NNSA в области ядерного нераспространения и противодействия угрозам ядерного терроризма.

«Управление ядерным арсеналом и морскими ЯЭУ» – цель по сопровождению ядерного арсенала, включающая решения четырех задач, имеющих прямые аналоги в работе ЯОК РФ.

Первые две задачи предписывают осуществление контроля состояния ядерного боевого оснащения и выдачу гарантий его безопасности, защищенности и эффективности, а также обеспечение продления срока службы ядерных боеголовок. Третья стратегическая задача относится к работам, связанным с обращением со снимаемыми с вооружения ЯБП, обеспечением их хранения и демонтажа. Четвертая стратегическая задача относится к сопровождению и разработке ядерных энергетических установок («Морские реакторы» – NR) для ВМФ США.

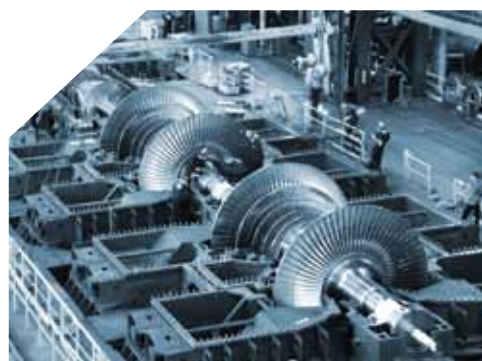
«Модернизация инфраструктуры ЯОК» – стратегическая цель, направленная на создание современного, интегрированного и безопасного ЯОК США XXI века. Ее реализация предполагает вывод из эксплуатации устаревших (и излишних) установок и оборудования, создание современных элементов производственной базы, новых установок, средств обеспечения безопасности и защищенности, средств хранения и транспортировки специальных материалов и устройств.

«Укрепление научной, технологической и конструкторской базы» – стратегическая цель, направленная на обеспечение научно-технического лидерства США в областях науки и техники, связанных с ядерной оружейной деятельностью.

В качестве основной перспективы NNSA рассматривает создание интегрированного ЯОК: интеграцию лидеров, персонала и процессов и создание на этой основе «Единой NNSA», действующей как одно целое.



# ЭНЕРГИЯ НА РЕЗУЛЬТАТ



«СИЛОВЫЕ МАШИНЫ» СОЗДАЮТ ОБОРУДОВАНИЕ, КОТОРОЕ ГАРАНТИРУЕТ НЕ ТОЛЬКО ВЫСОКИЙ РЕЗУЛЬТАТ, НО И БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ.

Многолетний опыт, собственные производственные и конструкторские know-how, постоянное совершенствование технологии и бизнес-процессов, позволяют компании создавать уникальные и надежные решения для самого наукоёмкого – атомного сектора энергетики.

- / крупнейший в России инженерно-конструкторский центр в области энергомашиностроения;
- / более 50 лет опыта в проектировании и производстве энергооборудования для атомных электростанций;
- / оборудованием «Силовых машин» оснащено 27 атомных электростанций в мире;
- / единственная российская компания, обеспечивающая комплектную поставку основного тепломеханического оборудования турбинного острова для АЭС;
- / лидер среди мировых производителей быстроходных турбин мощностью 800, 1000 и 1200 МВт;
- / инновационная разработка компании – тихоходная паровая турбина и турбогенератор мощностью 1200 МВт.







Б.И. Нигматулин,  
первый замдиректора ИПЕМ

# Правда об АЭС «Белене»

Руководствуясь гражданской позицией, профессиональным долгом ученого, а также желанием предотвратить экономически необоснованные, безумные расходы российского бюджета со стороны руководства Росатома, представляю аналитический материал об энергетике Болгарии.

Что объединяет проекты строительства АЭС Белене (стоимость 8,2 млрд\$), «Аккую» (25 млрд\$) и Балтийской (16 млрд\$ вместе с сетями)? – В них заложены высокие риски невозврата российских бюджетных средств, которые в сумме составляют около 50 млрд\$ или 1,5 трлн руб. Такой масштаб невозврата несет прямую угрозу экономической безопасности России, не говоря о подрыве ее деловой репутации и имиджа. Вполне возможно, что их основным драйвером является коррупционный интерес.

Чем отличаются эти проекты? – Если на Балтийской АЭС интересы и риски сугубо российские, то на АЭС «Аккую», при отсутствии государственных гарантий Турции по возврату долга из бюджета (с учетом процентов по кредиту) дивиденды от проекта получит только Турция.

Проект АЭС Белене в равной степени не выгоден ни одной из сторон. Болгария в обозримой перспективе не сможет реализовать произведенную этой станцией электроэнергию по цене, которая позволила бы говорить об окупаемости проекта, а Россия окажется перед выбором – простить многомиллиардный долг Болгарии или усложнить с ней отношения. Ситуация осложняется еще и тем, что сегодня Болгария стала страной-транзитером газопровода «Южный поток», и становится важным игроком в ЕС. Следует отметить, что проект АЭС «Белене» невыгоден ни России, ни Болгарии, даже если он будет трансформирован в виде строительства 7 блока АЭС «Козлодуй», с использованием уже изготовленного оборудования. Он так же будет невыгоден, если это строительство будет осуществляться по другим проектам – американским, французским, южно-корейским и пр.

Я убежден, что подобные проекты разоряют Россию, и не раз публично приводил свои аргументы.

Приглашение бывшего посла Болгарии в РФ ИльIANA Васильева участвовать в качестве независимого эксперта в заседании болгарского парламента я принял без колебаний. Хотя понимал, что даю руководству Росатома возможность для инсинуаций. Как ученый я проделал комплексный технико-экономический анализ, пользуясь данными Евростата, Росстата, Национальной энергетической комиссии (НЭК) Болгарии, Национального статистического института (НСИ) Болгарии, Системного оператора (СО) Болгарии и др. организаций, и проанализировал полученные результаты. Мое выступление в болгарском парламенте и в прямом эфире соответствует проведенному научному анализу и моим убеждениям. К сожалению, руководство Росатома мои доводы не воспринимает.

Отметаю все инсинуации в мой адрес и все обвинения в лоббизме чьих-либо интересов. Я убежден, что подобные проекты разоряют Россию, не раз публично приводил свои аргументы и надеюсь, что компетентные органы разъяснят руководству Росатома об уголовной ответственности за действия, подрывающие экономические основы страны.

Не могу не сказать так же, какой стыд я испытал, когда в болгарском парламенте обсуждали

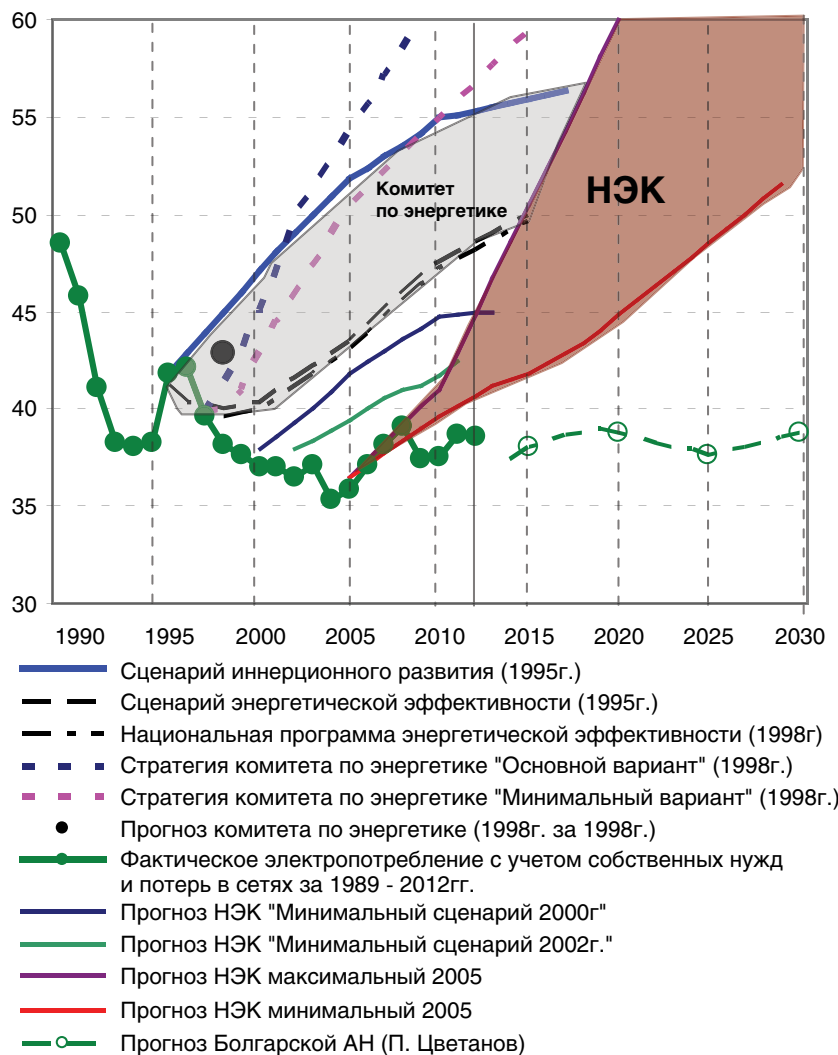


Рис.1. Динамика электропотребления (брутто) в Болгарии в период 1990–2012 гг., а также различные прогнозы до 2030 г. (по данным П. Цветанова «Электроэнергетика в Болгарии. Развитие и социальная цена»)

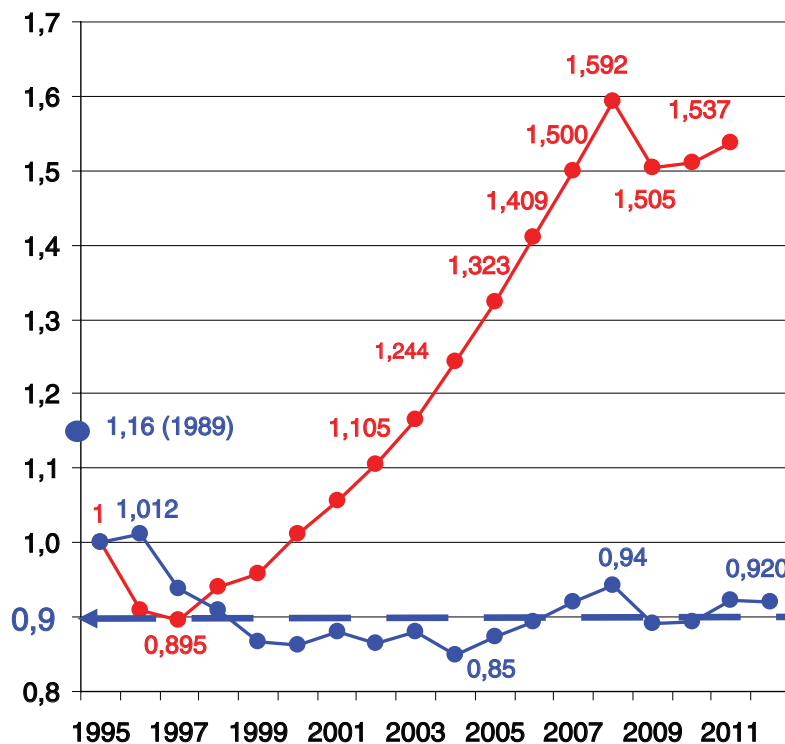


Рис. 2. Динамика ВВП и электропотребления (брутто) в Болгарии в период 1995–2012 гг., отнесенные к 1995 г.

грязную историю, связанную с продажей оборудования, изготовленного для «Белене» еще в период до 1990-х гг., в Россию на четвертый блок Калининской АЭС. Первоначально оцененное в 300 млн евро, оно было продано по договору за 200 млн, но болгарская сторона получила всего 79 млн евро и чувствует себя обманутой. Предстоит прокурор-

ское расследование этого дела. В стране широко распространено мнение, что лоббисты этого проекта и с российской, и с болгарской стороны играют на стороне коррупционеров.

Кратко представляю свои доводы. Более детальная информация будет представлена в отдельной Справке.

## 1. Установленная мощность и потенциал электропроизводства в период до 2025 г. и в последующие годы

Как минимум до 2025–2030 гг. общая установленная мощность всех электростанций Болгарии будет равняться 11,6 ГВт с возможным объемом электропроизводства – до 58,4 млрд. кВт.ч. в год, при этом, в последние 15 лет, электропотребление (брутто – с учетом расходов на собственные нужды и потерь в сетях) не превышало 39,5 млрд. кВт.ч (2008 г.) (см. ниже).

На рис. 1 даны динамики электропотребления (брутто) в Болгарии в период 1990–2012 гг., а также различные прогнозы электропотребления до 2030 г.

Из рис. 1 видно, что все прогнозы комитета по энергетике (1998 г.), все прогнозы НЭК (2000, 2002 и 2005 гг.) малореалистичны, кроме прогноза Болгарской академии наук (П. Цветанов). В нем прогнозируется практически постоянный уровень электропотребления в ближайшие 15–20 лет до 2030 г. Этот прогноз основывается на анализе тенденций предыдущего 15-летнего периода (1997–2012 гг.) и базируется на следующих положениях:

1) в период 1997–2008 гг. ВВП Болгарии увеличился в 1,8 раз, при этом уровень электропотребления оставался практически постоянным (см. рис. 2).

На рис. 2 показана динамика ВВП (физический объем) (данные Национального статистического института (НСИ) Болгарии <http://www.nsi.bg/otrasal.php?otr=30>) и электропотребление (брутто – включает собственные нужды и потери в сетях) Болгарии в период 1995–2012 гг., отнесенные к 1995 г., (данные системного оператора (СО) Болгарии). В период 1997–2008 гг. ВВП Болгарии вырос в физическом выражении в 1,8 раз (среднегодовой темп роста – 5,6%). При этом уровень электропотребления практически не менялся (0,9 от уровня 1995 г.). Это значит, что рост ВВП происходил за счет изменения самой структуры ВВП. Т.е. доля производства товаров (повышенное потребление электроэнергии) падала, а доля оказания услуг (пониженное потребление электроэнергии) существенно выросла. Возможно, также определенное влияние электросбережения.

2) В ближайшие 15–20 лет социально-экономическое развитие Болгарии будет происходить за счет развития сферы услуг, строительства жилья и сельскохозяйственного производства (низкий уровень электропотребления), а не строительстве новых или модернизации старых электромеханических промышленных предприятий (высокий уровень электропотребления);

3) Сохранится относительно высокая цена электроэнергии для конечных потребителей. По данным Евростата (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&code=ten00115&plugin=1>) в первой половине 2012 г. цена электроэнергии в Болгарии для конечных потребителей для малых и средних промышленных предприятий и для населения составила, соответственно, 0,0684 и 0,0706 за кВт.ч (без НДС). Пересчитанные по паритету покупательной способности осредненной валюты 27 стран ЕС (ППС ЕС), они равняются соответственно – 0,149 и 0,154 ППС ЕС или выше средних по ЕС на 60% и 20%.

4) В период до 2030 г. и последующие годы (по данным НСИ Болгарии) прогнозируется снижение численности населения: по различным сценариям на 5–11% (см. рис. 3). Что является



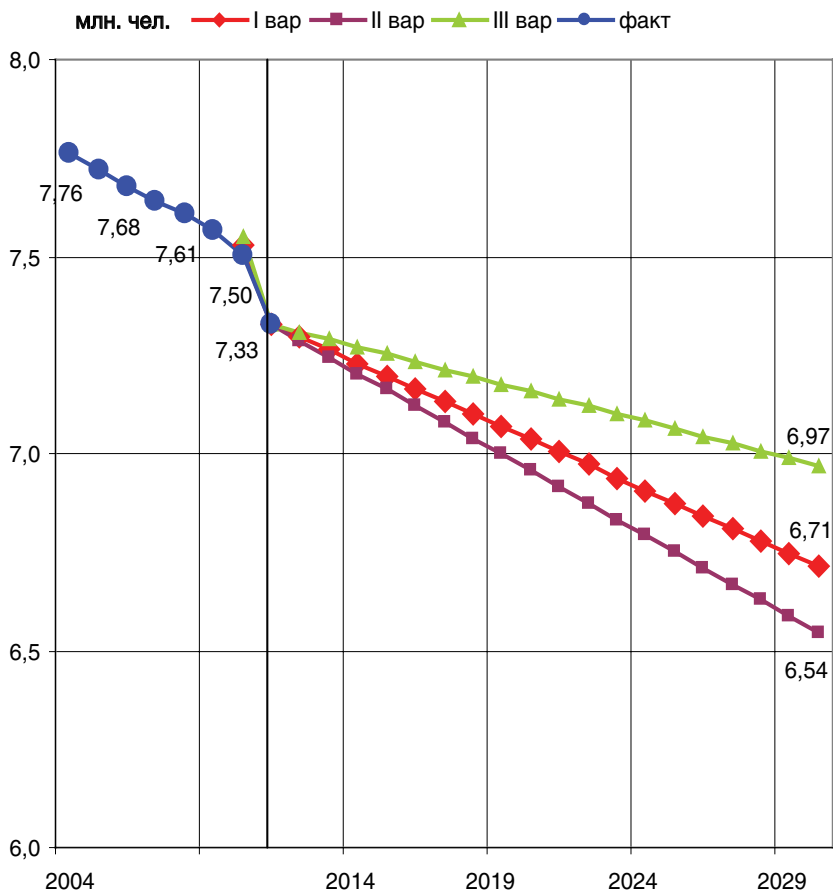


Рис. 3. Динамика численности населения Болгарии в период 2004–2012 гг. и различные сценарные прогнозы НСИ Болгарии до 2030 г.

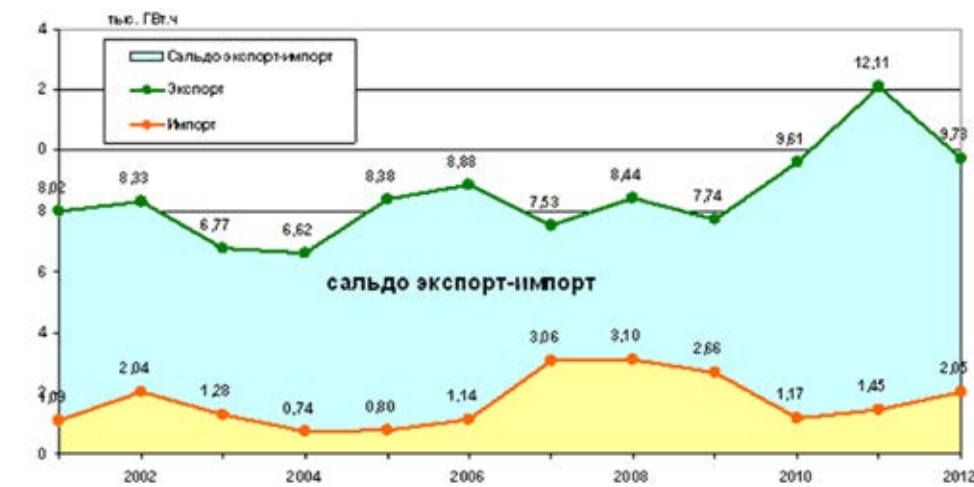


Рис. 4. Экспорт, импорт и сальдо экспорт-импорта электроэнергии в Болгарии в период 2000–2012 гг., (по данным НСИ Болгарии <http://www.nsi.bg/otrasal.php?otr=30>)

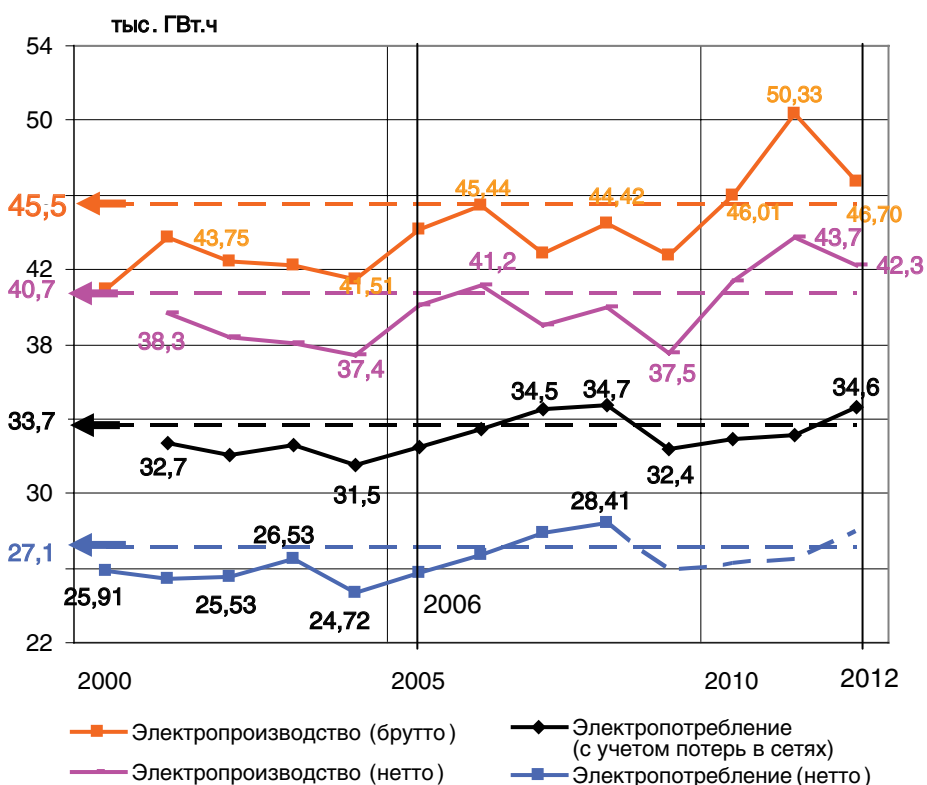


Рис. 5. Электропроизводство-брутто, электропроизводство-нетто, электропотребление (с учетом потерь в сетях) в период 2000–2012 гг. (по данным НСИ Болгарии) и электропотребление-нетто (без учета собственных нужд и потерь в сетях) в период 2000–2009 гг. (по данным П. Цветанова «Электроэнергетика в Болгарии. Развитие и социальная цена» и СО Болгарии).

существенным фактором, снижающим электропотребление в стране. При прочих равных условиях это может дать дополнительный вклад в снижение ВВП в период 2012–2030 гг. (18 лет до 11%/18 лет=0,6% в год.

## 2. О резервах покрытия роста внутреннего электропотребления Болгарии за счет уменьшения экспорта.

Электроэнергетика Болгарии в ближайшие

15–20 лет (до 2035 г.) имеет дополнительные возможности для покрытия даже маловероятного роста электропотребления. Во-первых, за счет генерирующих мощностей, которые сегодня задействованы для производства электроэнергии на экспорт, во-вторых, за счет существенного снижения электропотребления на собственные нужды и потерь в сетях.

На рис. 4 показана динамика экспорта и импорта электроэнергии Болгарии в период 2000–2012 гг. по данным НСИ Болгарии.

Из рис. 4 видно, что в период 2000–2012 гг. положительное сальдо экспорт-импорта электроэнергии составляло 4,5–10,7 млрд. кВт.ч. В период 2006–2012 гг., среднегодовой сальдо экспорт-импорт электроэнергии составило 7,1 млрд. кВт.ч. Таким образом, увеличение электропотребления даже на 25–30% не станет критичным для Болгарии и может покрываться за счет снижения экспорта.

## 3. О резервах покрытия роста внутреннего электропотребления Болгарии за счет снижения собственных нужд и потерь в сетях.

На рис. 5 показана динамика электропроизводства (брутто), электропроизводства (нетто – без учета собственных нужд) электропотребления (с учетом потерь в сетях) в период 2000–2012 гг. и электропотребление (нетто – без учета потерь в сетях) в период 2000–2009 гг. Данные по электропотреблению (нетто) в период 2009–2011 гг. найти не удалось (из-за реорганизации энергосбыта и изменения методов расчета статистики).

Из рисунка 5 видно, что в период 2006–2012 гг. среднее электропроизводство (брутто) составило 45,5 млрд. кВт.ч., среднее электропроизводство (нетто) 40,7 млрд. кВт.ч., среднее электропотребление, с учетом потерь в сетях 33,7 млрд. кВт.ч., а среднее электропотребление (нетто) – 27,1 млрд. кВт.ч.

Следует обратить внимание, что на рис. 5 электропотребление с учетом потерь в сетях отличается от электропотребления (брутто) (рис. 1,2) на величину электропотребления на собственные нужды.

На рис. 5 значения электропотребления (с учетом потерь в сетях) получаются из разницы между ежегодными значениями электропроизводства (нетто) и сальдо экспорт-импорта электроэнергии (см. рис. 4).

По данным СО Болгарии в период 2009–2011 гг. потребление на собственные нужды генерирующих мощностей равнялись соответственно: 5,31; 4,68; 6,59 млрд. кВт.ч. Именно эти значения были использованы для уточнения официальных данных НСИ Болгарии по электропроизводству (нетто) в этом периоде, т.е. в среднем 5,5 млрд. кВт.ч) или 10,2%, 13,1% и 11,8% (в среднем, около 12% от общего электропроизводства (брутто)). Это очень высокое значение. Для сравнения: собственные нужды АЭС с реакторами ВВЭР-1000 (5,6й блок АЭС «Козлодуй» – примерно 30% от общей выработки электроэнергии в Болгарии) не должны превышать 5–6%, а собственные нужды современных ТЭС на бурых углях (лигниты) – примерно 2/3 от общей выработки – не должны превышать 8–10%. Тогда суммарная величина собственных нужд должна составлять не более 8%, а никак не 12%. Здесь имеет место резерв минимум 4% или около 2 млрд. кВт.ч. Такое высокое значение потребления на собственные нужды показывает, что необходимо существенное обновление оборудования ТЭС и АЭС, а также резкое повышение качества эксплуатации генерирующих мощностей.

По данным СО Болгарии потери в магистральных сетях в период 2009–2011 гг. составили: 0,85; 0,895 и 0,95 млрд. кВт.ч., (в среднем 0,9 млрд. кВт.ч.) или около 2%. Тогда в распределительных сетях потери составят 14,5%–2%=12,5%.

Общие потери в сетях – 14,5% – практически в 2 раза выше, чем в развитых странах, где они составляют не более 6–8%. Здесь имеется резерв минимум около 6,5% или 3 млрд. кВт.ч. Такие высокие потери связаны как с коммерческими потерями (неплатежами части потребителей), так и с изношенностью сетей и трансформаторных мощностей, вызванной недостаточными инвестициями в модернизацию и перевооружение сетевого хозяйства страны.

Коммерческие потери в основном приходятся на районы с преимущественно цыганским населением (общая численность – 700 тыс. человек), где уровень оплаты электроэнергии низкий. В 2010 г., по данным СО Болгарии, общее электропотребление домашних хозяйств (населения) составило 9,4 млрд. кВт.ч или 9,4 млрд. кВт.ч/7,3 млн человек = 1300 кВт.ч на душу населения (в России 900 кВт.ч). Тогда коммерческие потери из-за неплатежей оцениваются

## Комментарии читателей сайта www.proatom.ru



Илиян Василев - посол РБ в РФ /2000-2006/

Я благодарен Булату Искандеровичу за выраженную позицию. Сейчас легко найти приверженцев ярких, дорогостоящих проектов в наших странах. К сожалению - мы живем в условиях рыночной экономики - когда надо считать и стотинки и копейки. Конечно, марж риска, который Россия может себе позволить значительно превышает уровень риска, который Болгария может себе позволить. Банки и стратегически инвесторы очень долго изучали проект АЭС «Белене». Я сам был Председателем болгарского отделения компании Делойт – компании, которая до 2010 года была финансовым консультантом по проекту АЭС Белене. К нашему большому сожалению - и банки и стратегические инвесторы не нашли достаточно оснований для инвестиций в этот проект. А если банки и стратегические инвесторы не уверены - то остаются только госгарантии и политические соображения. Не знаю, какое ваше мнение, но я отношусь весьма скептически к политическим проектам – при них всегда и везде проигрывает народ. Рынка нет - кругом кризис, а выхода из него не видно. Здесь либералы, правые, левые, радикалы и другие политические краски не при чем. Размежевание более чем ясно - есть люди, которые заботятся о долгосрочном здоровье болгаро-российских отношений и есть те, которые думают, что стоит войти в десятилетнюю инвестицию не оглядываясь на риски - во имя укрепления якобы дружбы наших народов. Затраты, долги и риски социализируются, прибыль уходит к конкретным людям. Хотя мы с Булатом Искандеровичем не сходимся идеологически во взглядах - нас объединяет забота о будущих чистых и доброжелательных отношениях между нашими народами, и не допустить стремление небольшой группы коррупционеров приватизировать их во имя «високих» идеалов, а реально в свою выгоду.



Строительство АЭС не приводит к развитию атомного машиностроения России! Я лично участвовал в поставке оборудования на две последние стройки РОАЭС 2 и КАЭС 4. В лучшем случае на станции устанавливается оборудование, разработанное и внедренное в СССР, в худшем – б/у оборудование, собранное со всего постсоветского пространства! Заказы достаются либо спекулянтам типа Мешалкина, составляющего все подряд от гвоздя до реактора, либо отдают на откуп АЭМу, который вместо того, что бы развивать доверенные ему предприятия, дожимает из них последние соки, либо проворачивает огромные по своим масштабам и наглости аферы, с целью получения откатов. Помимо того, что сам проект станции устарел и не требует от изготовителей оборудования инновационных подходов, сама система закупок Росатома заточена под ненужную экономию средств, при которой побеждают не лучшие технические решения, а взятки и псевдоизготовители, экономящие на безопасности и надежности продукции. Бедлам, творящийся в Росатоме, направлен на угнетение качественных заводов и процветание жуликов. Это не развитие, это мучение.



Я тоже имел отношение к поставкам оборудования для Ростов-2 и Куданкулам. То, что я видел - полный хлам и отстой. Лично мне было ужасно стыдно за поставщиков-производителей и перед наладчиками и перед индусами. И об этом знали и сейчас знают все, кто был связан с этими объектами. Задержка с физпуском в Индии вообще не связана с волнениями местных жителей. Хотя основания для волнений у индусов небесполезны. Это оборудование прошло через их руки. И не надо думать, что они глупы. Как можно рассчитывать при таком подходе на стратегическое партнерство и 18 энергоблоков для Индии. Да, у них большой недостаток электроэнергии. И только лишь крайняя нужда их заставит продлить контракт на 3 и 4 блоки. Кинолол



Убыточный проект не поднимет экономику государства, не повысит уровень жизни людей, занятых в производстве, а новые рабочие места будут фикцией. Проф. Нигматулин показывает с цифрами большие риски и очень сомнительную прибыльность (а на самом деле убыточность) проектов в Турции и Болгарии. Так зачем же нам при нашей большой экономике благодетельствовать другим странам, строя там за свой счет АЭС? 40 лет – это не те сроки, которыми располагает наша экономика для выживания. Кроме того, прибыль очень сомнительная (см. выше),



хорошо, если баланс уйдет в ноль, но для нас и это тоже будет убытком. Реакторы нового поколения - это новые принципы, новое качество, новая и современная начинка. Это все, что ведет к более высокому уровню безопасности, к повышению КПД, КИУМ. А для этого надо вкладывать деньги в науку, в НИИ, в переоснащение старых заводов. Тогда появятся и новые рабочие места, и «локомотив» для других отраслей науки и машиностроения. Только дилетантам кажется, что в атомной энергетике мы впереди всей планеты. Специалисты прекрасно понимают, в каком положении мы находимся.



Нет никаких проблем доказать, что обоснование безопасности БЕЛЕНЕ – полная лажа, расчеты в большинстве своем выполнены на каком уровне и платить за эту туфту должны мы, а не болгары. Провести нормальные расчеты те, кто их делает сейчас, не могут. Но у нас все контролируемые органы будут писать то, что им скажут. Даже если все абсолютная ерунда, говорят, что на безопасность это не влияет. Было бы интересно довести дело до арбитражного суда.



Я выполнял расчеты и успешно защитил их перед двумя миссиями МАГАТЭ, где лучшие специалисты Европы и США выворачивали все наизнанку. Для Вас, конечно, это не аргумент. ВАБовец



Миссии и эксперты из МАГАТЭ (Европа и США) для меня не авторитет. За те же деньги, что они получают, я им докажу, что они не правы, а за вдвое большую сумму – что правы. Опыт показывает это. То, что они практически ничего не знают о наших реакторах - это даже и доказывать не надо и перед ними можно защитить все, что угодно.



Пусть Росатом на СОБСТВЕННЫЕ средства реализует «Аккую», Белене и пр., если не хватит - пусть берет кредит. Чисто бизнес, хочешь строить - пользуй свои средства, привлекай кредиты, плати %, тогда за задержку пуска на 1,5-2 года будут вешать. Стимул появится Кириенко не в Кабо-Верде наркодилеров поддерживать, не поплакивать, а делом заняться, зарабатыванием денег для Росатома.



Илиян Василев. Я, разумеется, не буду оспаривать утверждения, что, мол, стратегия, нормативная база или директивы Евросоюза указывают в позитивную сторону на развитие ядерной энергетике или доказывают состоятельность строительства конкретной АЭС Белене или новых АЭС в ЕС. Это новизна не только для меня, но и для экспертов в ЕС. Что касается анализа рынка региона – то, увы, и тогда в 2002 году и сейчас анализы профессиональных консультантов из НЕРА Экономик Консалтинг, анализы наших коллег в соседних странах, а также самое яркое опровержение оптимистических прогнозов роста потребления - это текущие справки потребления, все однозначно указывают на то, что значительный рост потребления просто не будет, несмотря на темпы экономического роста. Нет такого увеличения спроса, который потребует строительство новых 2 ГВт ядерных мощностей. Многие утверждают, что создается искусственный дефицит мощностей из-за досрочного вывода из эксплуатации энергогенерирующих мощностей, работающих на угле. Увы, одна вещь директивы и желания, совсем другая - экономические и социальные реалии. Один уголь никак и не сдастся. Вряд ли руководству ЕС удастся закрыть все мощности, работающие на угле /не странно, что потребление угля регистрирует рост/, а даже если массовой уход из угля произойдет, то заместителем станет газ и ВИЭ, а не атом. В условиях длительного экономического кризиса и драматических технологических сдвигов, практически невозможно управлять долгосрочными инвестиционными рисками путем строительства сверх - капиталовых и интенсивных проектов, как АЭС. В ЕС есть достаточно влиятельные факторы, которые не принимают однозначно отсутствие реципрочности – факт, что Россия закрыла свой рынок для иностранных ядерных технологий, а АСЕ и Росатом претендуют на экспорт своих технологий на европейские и американские рынки. В этом случае Болгария не причем - хотя свой урок мы выучили - как вы думаете - почему нас вынудили закрыть досрочно первые четыре блока АЭС Козлодуй? И как это относится к долгосрочным прогнозам соответствия ядерных технологий Росатома на постоянно меняющиеся и ужесточающиеся стандарты безопасности АЭС в ЕС?



Продление на 25 лет Козлодуйских блоков возможно! 5-й блок Нововоронежской - это первенец

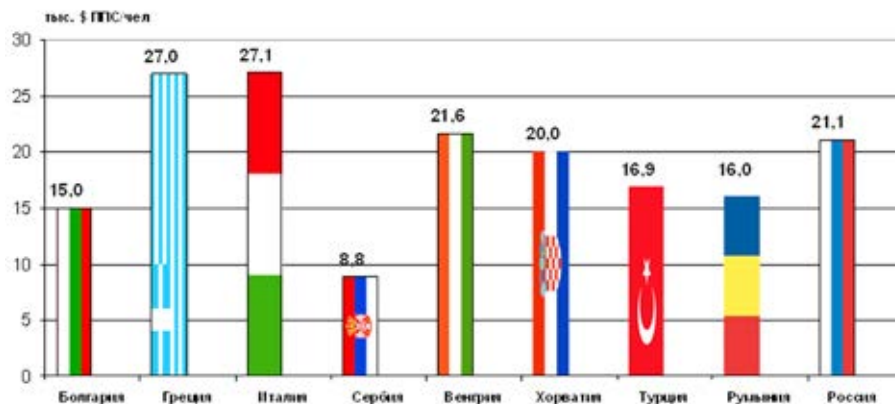


Рис.6. ВВП на душу населения в тыс. \$ ППС в Болгарии и соседних с ней странах, в 2011 г.

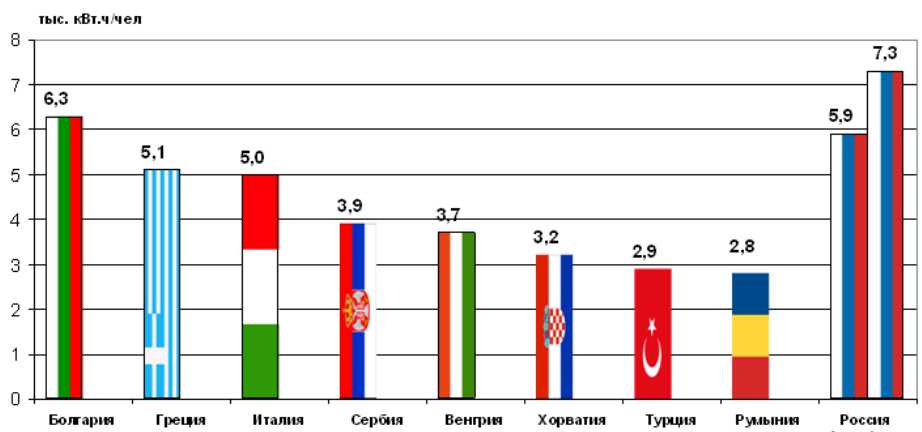


Рис. 7. Производство электроэнергии на душу населения в странах, расположенных вблизи Болгарии в 2010 г., кВт.ч

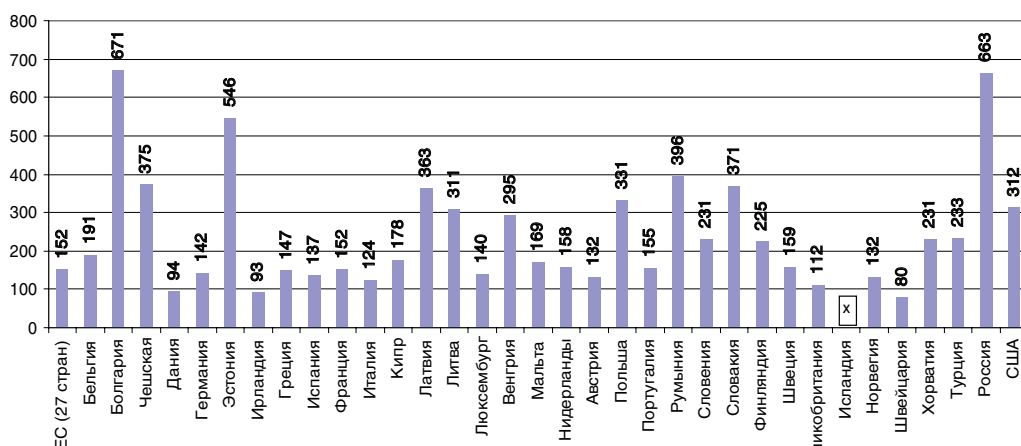


Рис. 8. Удельные энергозатраты стран ЕС, России и США, а также удельные энергозатраты общей экономики ЕС=27 стран в 2010 г. в килограммах нефтяного эквивалента на 1000 ППС ВВП.



Рис.9. Маршрут прохождения газопровода «Южный поток»

в 1300 кВт.ч.\*700 тыс. чел. = 0,91 млрд. кВт.ч или 2% от общего электропроизводства. При этом, технологические потери в распределительных сетях остаются очень высокими 12,5% – 2% = 10,5%.

Таким образом, суммарные потери на собственные нужды и в сетях можно снизить минимум на 4,0%+6,5%=10,5% или с 26,5% до 16%. Но и это еще достаточно высокие потери. Вот на что надо было тратить 200 млн евро, а не на непонятные аналитические исследования по поводу строительства АЭС «Белене».

Общие суммарные резервы электропроизводства на покрытие возможного роста электропотребления за счет уменьшения экспорта и повышения эффективности производства составят 10,7+5,0=15,7 млрд. кВт.ч., что практически равняется ГОДОВОМУ ПРОИЗВОДСТВУ

5 и 6 блоков АЭС «Козлодуй» или ПОКРЫВАЕТ ОКОЛО 60% ОТ СРЕДНЕГО УРОВНЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ (НЕТТО – 27,1 млрд. кВт.ч) в стране в последние годы (2006–2012 гг.).

#### 4. Об электровооруженности экономики Болгарии

На рис. 6 показан ВВП на душу населения в долларах по паритету покупательной способности (\$ ППС), а на рис. 7 – производство электроэнергии на душу населения в Болгарии и соседних с ней странах (рассчитанное по данным Евростата и Росстата) в 2011 г.

Из рис. 6,7 видно, что Болгария по уровню ВВП на душу населения, соответствует приблизительно Турции и Румынии, а по производству электроэнергии на душу населения превышает их в 2,2 раза.

ВВП на душу населения в Италии и Греции в 1,8 раз выше, чем в Болгарии, а производство электроэнергии в них – на 25% ниже.

ВВП на душу населения в Венгрии и Хорватии – приблизительно на 40% выше, чем в Болгарии, а производство электроэнергии на душу населения в этих странах – на 40–50% ниже. Даже по сравнению с энергорасточительной Россией, в Болгарии уровень ВВП на душу населения на 30% ниже, при этом электропроизводство на душу населения в Болгарии выше на 10%, чем в Европейской части России.

Основной вывод: СУЩЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В БОЛГАРИИ ЗНАЧИТЕЛЬНО ПРЕВЫШАЕТ УРОВЕНЬ ЕЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ.

#### 5. Об энергоэффективности экономики Болгарии

Удельная энергоэффективность экономики страны характеризуется количеством потребленной энергии в год, выраженной в килограммах нефтяного эквивалента, приходящегося на 1000 ППС или 1000 \$ ППС ВВП страны (удельные энергозатраты). Это значит, чем меньше величина удельных энергозатрат, тем более энергоэффективна экономика страны.

На рис. 8 представлены значения удельных энергозатрат всех стран ЕС, США и России, а также значение удельных энергозатрат общей экономики ЕС=27 в 2010 г.

Из рис. 8 (данные Евростат, <http://www.commersant.ru/doc/1798548/print>) следует, что экономики Болгарии и России чрезвычайно энергозатратные и самые энергоэффективные по сравнению со странами ЕС, США, Турцией и др. Например, затраты на производство 1000 ППС ВВП в Болгарии и России в 4,4 раза выше, чем в среднем в странах ЕС. Однако Болгария находится значительно южнее, чем большая часть территории России, поэтому ее экономика еще более энергозатратна, чем российская. Сегодня важнейшая проблема, которая тормозит развитие экономики Болгарии, и России – это повышение их энергоэффективности. Относительно электроэнергетической отрасли это, в первую очередь, снижение электропотребления при производстве и транспортировке электроэнергии, а так же на производство единицы стоимости ВВП наших стран. Именно на решение этой проблемы должны быть направлены финансовые, материальные и интеллектуальные ресурсы наших стран, а никак не на строительство НОВОЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНО ДОРОГОСТОЯЩЕЙ АЭС «БЕЛЕНЕ».

#### 6. Состояние проекта «Белене».

Строительство АЭС «Белене», 2 блока с ВВЭР-1000 (проект В-320), началось в 1984 г. еще во времена СССР, к 1991 г. на площадку АЭС было завезено полностью оборудование для первого блока и частично для второго. После распада СССР строительство было приостановлено из-за отсутствия финансирования. Значительная доля затрат, понесенных нашей страной по этому проекту, была списана. В 2000-х годах болгарская сторона решила возобновить строительство АЭС «Белене», но уже в соответствии с современными требованиям по безопасности и техническими и коммерческими требованиями европейских эксплуатирующих организаций EUR. В 2006 г. был объявлен тендер на строительство 2 блоков, который выиграл консорциум «Атомстройэкспорт» (АСЭ) и Арева (Франция). В 2007 г. был подписан контракт на строительство 2 блоков мощностью 1 ГВт каждый по проекту АЭС-92 стоимостью 4 млрд евро. В том же году в проект вошел стратегический инвестор – крупнейшая немецкая энергетическая компания RWE с 49% участия. Однако в 2009 г. он вышел из проекта, во-первых, руководителем компании заявило, что они не получали от российской стороны достаточного объема информации для оценки финансовых рисков проекта, во-вторых, из-за общей политики Правительства ФРГ и немецких банков о неучастии их капитала вообще в строительстве АЭС. После выхода RWE руководство Росатома (Комаров) заявило, что российская сторона готова полностью профинансировать проект, конечно, за счет российского бюджета.

В конце 2010 г. «Атомстройэкспорт» объявил рост стоимости проекта с 4 до 6,3 млрд евро, ссылаясь на то, что в самом контракте





была нечетко прописана формула, по которой учитывается влияние инфляция на стоимость проекта. Это, естественно, не устроило болгарскую сторону, и она объявила о приостановке реализации проекта. В конце 2012 г. руководство «Росатома» подтвердило стоимость строительства АЭС «Белене» в сумме 6,3 млрд евро. Однако «Атомстройэкспорт» уже разместил заказы на изготовление оборудования с длительным сроком производства (корпус реактора, внутрикорпусные устройства, парогенераторы и т.д.) общей стоимостью около 1 млрд евро на российских заводах (информация «Росатома» (<http://vz.ru/economy/2012/4/4/572656.html>)). Поэтому, естественно, предъявляет претензии болгарской стороне на эту сумму.

Со своей стороны Болгария выдвигает претензии по контракту на продажу старого оборудования, изготовленного для «Белене» еще в период до 1990-х гг. Первоначально оцененное в 300 млн евро, оно было продано по договору за 200 млн евро, но болгарская сторона получила всего 79 млн евро и чувствует себя обманутой. Предстоит прокурорское расследование этого дела. В стране широко распространено мнение, что лоббисты этого проекта как с российской, так и с болгарской сторон играют на стороне коррупционеров.

**7. Стоимость строительства АЭС «Белене», вместе с инфраструктурой, электросетями и маневренными мощностями.**

В контракте на строительство АЭС «Белене», станция представлена как «энергетический остров». Однако необходимо также учесть затраты на строительство инфраструктуры, новых магистральных и распределительных сетей, понижающих трансформаторных подстанций, а так же маневренных мощностей.

Затраты на инфраструктуру (т.е. строительство жилья, дорог, социальных объектов и прочих дополнительных затрат) обычно составляют 10% от стоимости строительства АЭС, т.е. 630 млн евро.

Стоимость строительства сетей и трансформаторных мощностей можно оценить следующим образом. В российских проектах на единицу стоимости новых генерирующих мощностей приходится 60% дополнительных затрат на строительство новых сетей и трансформаторных мощностей, (согласно «Схема и программа развития ЕЭС России на 2012–2018 гг.», Минэнерго 2012 г.). Поскольку в Болгарии протяженность сетей между АЭС и конечным потребителем значительно меньше, то примем с запасом (оценка снизу), что стоимость дополнительных затрат на сети будет в 2 раза ниже, чем в России, т.е. 30% от стоимости АЭС. Таким образом, стоимость сетей и трансформаторных мощностей составит не менее 1,9 млрд евро.

Кроме того, для обеспечения работы 2 блоков АЭС «Белене» (2 ГВт новых мощностей) в энергосистеме необходимо выделить дополнительно резервные мощности, находящиеся в горячем резерве и которые будут использоваться всего 300–400 часов в год. Затраты на эксплуатацию

резервных мощностей должны дополнительно учитываться в стоимости электроэнергии с АЭС «Белене».

Для обеспечения работы энергоблоков АЭС «Белене» в базовом режиме (наиболее эффективный режим работы АЭС) необходимо иметь дополнительно маневренные мощности (суммарной мощностью 700–800 МВт). По условиям сохранения динамической устойчивости энергосистемы их единичная мощность не должна превышать 400 МВт. Таким образом, необходимо построить 2 новых блока по 400 МВт. Скорее всего, они будут парогазовые, т.к. вблизи площадки АЭС «Белене» проходит трасса строящегося газопровода Южный поток. Стоимость 1 ГВт мощности парогазового блока составит не менее 1 млрд евро, тогда, 0,8 ГВт – 800 млрд евро.

Итого, стоимость («овернайт», т.е. без учета процентов по кредиту) всего проекта с учетом всех дополнительных затрат составит 6,3+1,9+0,8+0,63=9,63 млрд евро.

Для финансирования проекта предлагается использовать кредитные ресурсы. Для подобных проектов (строительство АЭС за рубежом) Россия предоставляет финансирование с минимальной процентной ставкой не ниже 4% в год. Предполагается, что через 15 лет, начиная с первого года эксплуатации АЭС, будет выплачен и основной долг, и проценты по кредиту, т.е. долг будет полностью погашен.

Достаточно точно можно оценить дополнительное увеличение стоимости (оценка снизу) за счет привлечения кредита следующим образом. Строительство станции обычно продолжается 8 лет. При этом, общая продолжительность использования заемных ресурсов составит 23 года. К моменту завершения строительства стоимость кредита будет равняться 8 лет\*4% = 32% (здесь и далее не учитываются сложные проценты, которые идут на удорожание стоимости кредита, т.е. запас) от средней величины долга в этот период. Этот долг можно будет оценить как 1/2 от 6,3 млрд евро (общая стоимость строительства), или 3,15 млрд евро. Таким образом, к завершению строительства, общая стоимость станции, с учетом процента по кредиту, увеличится на 1,01 млрд евро и будет равняться 7,31 млрд евро. Этот долг должен быть возвращен в течении 15 лет. И за этот период стоимость кредита увеличится на 4%\*15 лет = 60% от средней величины долга в этот период. Он может быть оценен как от 7,31 млрд евро. Тогда стоимость строительства станции увеличится на 2,19 млрд евро, а общая стоимость будет равняться 9,5 млрд евро.

Суммарная стоимость сетей, трансформаторных подстанций и маневренных мощностей составляет 2,7 млрд евро.

Для финансирования строительства сетей и маневренных мощностей необходимо будет привлечь коммерческие банки, где процентная ставка будет не ниже 6% (LIBOR + 4%). Общая продолжительность использования земных ресурсов так же составит 23 года.

Период строительства и сроки вводов в эксплуатацию этих объектов должны быть синхронизированы со строительством АЭС. Тогда к моменту завершения их строительства стоимость

кредита станет равной 6%\*8 лет = 48% от средней величины долга в этот период, т.е. 1,35 млрд евро. Тогда стоимость кредита составит

1,35 млрд евро\*48% = 0,65 млрд евро, а общая стоимость строительства этих объектов, с учетом возврата кредита, 2,7 млрд евро + 0,65 млрд евро = 3,35 млрд евро. И, скорее всего, банки дадут кредит не более, чем на 15 лет. В этот период стоимость кредита увеличится на 6%\*15 лет = 90% от средней величины долга в этот период. Он может быть оценен, как от 3,35 млрд евро. Тогда стоимость строительства увеличится на

1,675 млрд евро \* 90% = 1,51 млрд евро, а общая стоимость строительства будет равняться 2,7+0,65+1,51 = 4,86 млрд евро. Таким образом, общая стоимость строительства АЭС «Белене», с инфраструктурой и дополнительными маневренными генерирующими мощностями, составит 9,5+0,63+4,86 = 15 млрд евро.

Значительное снижение стоимости проекта для болгарской стороны может быть достигнуто, если по контракту она не должна возвращать «Росатому» 49% средств (и соответствующих процентов по ним), затраченных на строительство российской части АЭС «Белене» 4,75 млрд евро (6,3 млрд евро/2=3,15 млрд евро + 1,6 млрд евро – стоимость кредита). В этом случае стоимость проекта для Болгарии снизится до

15 – (9,5/2) = 10,25 млрд евро.


Естественно, это чрезвычайно невыгодно для российского бюджета, который и является фактическим источником финансирования этого проекта, а никак не госкорпорация «Росатом». Сегодня, в соответствии с российским законодательством, все средства, поступающие в госкорпорацию из федерального бюджета, являются ссудами. Это значит, что эти средства безвозвратны и безвозвратны. Так финансируется строительство объектов и внутри страны, и за рубежом (если построенный объект остается в собственности Росатома). Такая схема предполагается и при финансировании строительства АЭС «Белене», и АЭС «Аккую» в Турции.


**8. Стоимость электроэнергии АЭС «Белене».**


В 2012 г в Болгарии цена на электроэнергию для средних промышленных потребителей равнялась 0,068 евро за кВт.ч (без НДС), а для населения – 0,071 евро за кВт.ч. (без НДС). Для последующего анализа можно принять, что средняя цена электроэнергии для всех потребителей будет равна 0,07 евро за кВт.ч (без НДС). В последние 6 лет среднегодовое электропотребление (нетто) равнялось 27,1 млрд. кВт.ч (рис. 5), а среднегодовое сальдо экспорт-импорт электроэнергии – 7,1 млрд. кВт.ч. (рис. 4). Примем, что средняя стоимость электроэнергии на экспорт будет составлять


0,06 евро (это оценка сверху). Таким образом, среднегодовая выручка на электроэнергетическом рынке Болгарии равняется 27,1 млрд. кВт.ч\*0,07 евро = 1,9 млрд евро. А объем выручки за счет экспорта будет равняться 7,1 млрд. кВт.ч\*0,06 евро = 0,43 млрд евро. При этом средняя выручка равняется 2,33 млрд евро. Суммарный объем выручки электроэнергетической

в серии ВВЭР -100/320, и даже его продлили. Козлодуйские моложе, значит и их продлят. Нужно либо выполнять международные нормы, либо начать работать, а не пиариться. Да, нужно убеждать ЕС в том, что продление возможно, нужно выполнить все необходимые процедуры. Это давно нужно было сделать.

 Поинтересуйтесь у КИ, ГП, АЭ-Пов, они занимались продлением ВВЭР 440/213. Эти реакторы с защитной оболочкой (Букованы, Пакш, Ловииза, Богунцы) и были продлены. Ловиизой занимались сами финны. А вот ВВЭР 440/230 без защитной оболочки не продлили. ВВЭР 1000, который стоит в Козлодуде - более поздний проект и соответствует нормам безопасности для 2 поколения реакторов. Так что эксплуатация будет продлена.

 Не путайте интересы Страны и интересы воровской олигархической шайки. Интересы Страны - благосостояние граждан Страны. Странно тратить деньги на сторону, когда ветераны ВОВ живут до сих пор хуже ССовцев в Германии или Латвии!

 Не индийский, ни иранский проект прибыли не принесли и, судя по всему, не принесут! Зачем ввязываться в новый блудняк?! Только затем, что бы все забыли про старый...

 Так ли мы богаты, чтобы разбазаривать наши народные деньги? Обама объявил, что в США минимальная з/п будет установлена на уровне \$9 за час (Около \$1550 за месяц). В России - 5205 рублей за месяц (около \$1 за час.) Пусть Росатом открыто представит экономическую эффективность строительства АЭС в Тяньване, Куданкуламе и Иране. Притом, что в отличие от США мы обязуемся забирать ОЯТ.

 1. Бюджет в 2012 г. профицитный, около 800 млрд.руб (25 млрд долл.). Профицит, как и стабфонд, вкладывается в зеленую макулатуру под 0-2% годовых, т.е. выводится из страны. На эти деньги в России не строятся заводы, дороги, не платятся зарплаты. Если не строить АЭС за рубежом, это не значит, что эти деньги будут работать на благо страны. 2. Стоимость АЭС растет во всем мире, у Росатома не самые большие расценки на квт. мощности. Почему Франция, США, Корея активно участвуют в строительстве АЭС за рубежом? Они тупые, не умеют считать прибыль? Может, с учетом продажи топлива, работы по модернизации проекты все-таки прибыль приносят? Geronimo

 Старший вице-президент НИАЭП Владимир Кац отметил, что убыток АЭС сформировался по «старым атомным станциям». Как общается в материалах НИАЭП, по итогам 2012 года совокупная выручка НИАЭП и АЭС составила 63,6 млрд руб., убыток до налогообложения — 8,7 млрд руб., чистый убыток — около 13 млрд руб. Выручка НИАЭП по итогам 2012 года составляет порядка 40 млрд руб., валовая прибыль — 1,7–1,8 млрд руб. Совокупная выручка НИАЭП-АСЭ в 2013 году планируется в размере 86,2 млрд руб., чистый убыток — 6,3 млрд руб. Поскольку НИАЭП - неубыточная компания то, очевидно, весь убыток за 2012 г. - «достижение» АЭС. Убытки раскладываются по годам, поэтому сокращение убытков АЭС можно понимать как завершение строительства по экспортным проектам. Вывод - старые экспортные проекты абсолютно убыточны, поэтому нет оснований надеяться, что новые проекты будут прибыльными!

 Путин и его система не умеют вкладывать деньги, а их купируют, причем заведомо в убыток. Именно поэтому по большому пофиг, какой проект, «Прорыв», «Надрыв», «Нарыв» или Беленэ - что так, что эдак - убыток. Это порождает регресс собственной промышленности и технологий, поскольку никто не заинтересован в оптимизации, уменьшении цен и повышении качества - все равно заплатят, сколько нужно отпилить, прикладная наука при этом занимается в основном выпуском ремэйков, т.е. практически стоит на месте, а скорее регрессирует - нет заказов от промышленности и государства. Вложение денег должно приносить прибыль, тогда и спрос будет, а не навязывание строительства. Путин двигает Россию к разорению - ЗАЧЕМ мы наращиваем поставки газа и нефти за пределы России? Стабфонд и проч. раздуты, необходимо их интенсивно сокращать, ИМЕННО углеводороды будут нелишними нашим будущим поколениям, а не обязательства ФРС США и ЕС и неликвид - золото (которое используется большей частью в ювелирной промышленности).



отрасли Болгарии за 15 лет составит 34,8 млрд евро (в ценах 2012 г.). Тогда, для того, чтобы в течение 15 лет вернуть весь объем инвестиций, потраченных на строительство АЭС «Белене» вместе с инфраструктурой (15 млрд евро (см. раздел 7)), необходимо увеличить стоимость электроэнергии для всех потребителей Болгарии на 15 млрд евро/34,8 млрд евро = 43% на 15 лет или до 10 евро центов за кВт.ч (в ценах 2012 года). И это без учета эксплуатационных затрат на производство электроэнергии АЭС «Белене». Это делает стоимость электроэнергии в Болгарии одной из самых дорогих в Европе, а ЭКОНОМИКУ БОЛГАРИИ БАНКРОТОМ.

Рассмотрим случай, когда болгарский энергогорынок не должен возвращать затраты на российскую часть проекта, когда стоимость проекта равняется 10,25 млрд евро (см. раздел). Тогда необходимо увеличить стоимость электроэнергии для всех потребителей Болгарии на 10,25 млрд евро/34,8 млрд евро = 29,5% на 15 лет или до 9,1 евро цента за кВт.ч (в ценах 2012 года), так же без учета эксплуатационных затрат на производство электроэнергии. Такой рост цены то же неприемлем для экономики Болгарии.

Что касается стоимости электроэнергии для потребителей с АЭС «Белене», то она будет еще выше на стоимость эксплуатационных затрат — на 2,2 евро цента за кВт.ч. (см. раздел 9).

#### 9. АЭС «Белене» или АЭС «Козлодуй»?

В Болгарской энергосистеме эксплуатируется 5, 6 блоки АЭС «Козлодуй», общей установленной мощности 2 ГВт. В коммерческую эксплуатацию они были введены соответственно 23.12.1988 и 30.12.1993 гг. В настоящее время в международной и российской практике срок эксплуатации АЭС с реактором ВВЭР (PWR) продлевается на 20–25 лет сверх срока, первоначально установленного в проекте. В России в 2010 г. срок эксплуатации 5-го блока Нововоронежской АЭС (ВВЭР-1000/320, тот же самый тип реактора, что и на АЭС «Козлодуй») был продлен на 25 лет, до 2035 г. Аналогичный проект продления готовится для 1, 2 блоков Калининской АЭС и др. На Украине — 1, 2 блоки Южноукраинской АЭС, 1 и 2 блоки Запорожской АЭС и т. д.

Главным ограничителем срока эксплуатации реакторов ВВЭР являются прочностные характеристики корпуса реактора. Они определяются динамикой охрупчивания стали, из которой он изготовлен. Сама эта динамика, в первую очередь, зависит от концентрации фосфора и никеля в паковках, из которых изготавливается корпус, а так же флюенсом нейтронов, т.е. расчетным суммарным потоком нейтронов за все время эксплуатации реактора. Концентрация фосфора и никеля в стали корпусов реакторов и флюенс нейтронов 5, 6 блоков «Козлодуй» близки аналогичным значениям для корпуса 5 блока Нововоронежской АЭС. Поэтому ресурс 5, 6 блоков АЭС «Козлодуй» реально можно продлить на 25 лет. Стоимость такого продления составит около 300 млн евро, или в 50 раз меньше, чем строительство АЭС «Белене». К моменту вывода блоков из эксплуатации, соответственно в 2044 и 2049 гг., можно без спешки решить проблему их замещения.

Отсюда следует важный вывод — предложение руководства Болгарии построить 7 блок «Козлодуй», используя оборудование уже изготовленное для 1 блока АЭС «Белене», неэффективно. Это предложение можно рассматривать только в середине 2030-х гг. В противном случае, затраты 4,75 млрд евро (стоимость одного блока АЭС «Белене», включая кредит) в отсутствие потребителя — замороженные средства и прямые убытки Болгарской энергосистемы, покрытие которых, естественно, увеличат стоимость электроэнергии для всех потребителей (дополнительно на 4,75 млрд евро/34,8 млрд евро = 13,7% в течение 15 лет).

Это никак не связано с тем, кто будет инвестором и по чьему проекту будет строиться этот блок — по российскому, американскому, французскому и др. стран экспортеров АЭС.

В настоящее время отпускная цена электроэнергии с АЭС «Козлодуй» составляет 2,2 евро цента за кВт.ч. Примем, что аналогичная цена будет и для АЭС «Белене». Тогда цена электроэнергии для потребителей с АЭС «Белене» должна равняться 10 евро цента за кВт.ч + 2,2 евро цента за кВт.ч = 12,2 евро цента за кВт.ч (без НДС), т.е. станет самой дорогой в Европе. А в случае невозврата средств на российскую часть проек-

та:  $9,1+2,2=11,3$  евро цента за кВт.ч (без НДС). Естественно никакой экспорт, с такими ценами, невозможен.

Здесь так же уместно оценить выручку и чистую прибыль, которую получают экспортеры электроэнергии с АЭС «Козлодуй». Разница между покупной и экспортной ценой составляет  $6-2,2 = 3,8$  евро цента за кВт.ч. Общая выручка 7,1 млрд. кВт.ч. \* 3,8 евро цента за кВт.ч. = 0,27 млрд евро. С учетом 50% издержек при продаже электроэнергии на экспорт, чистая прибыль оценивается в 135–140 млн евро.

Вопросы к болгарским властям: кто бенефициар этой прибыли? В каком объеме и как она используется для модернизации и техпереворужения АЭС «Козлодуй», а также изношенного сетевого хозяйства болгарской энергосистемы?

#### 8. АЭС «Белене» или газопровод «Южный поток»?

С 7 декабря 2012 г. начато строительство газопровода «Южный поток». Из рис. 9 видно, что газопровод проходит по Болгарии, Сербии, Хорватии, Боснии и Герцеговине, Венгрии, Словении и Италии (г. Тарвизио — север Италии). Со всеми транзитными странами «Газпром» подписал соглашение по поставке газа в эти страны. Отсюда следует, что у них будет еще один источник газа для действующих и вновь построенных газовых ТЭС. Кроме того, через Болгарию планируется строительство и других газопроводов. Это обстоятельство ставит дополнительный барьер на экспортные возможности АЭС «Белене».

Оценить стоимость электроэнергии на оптовом рынке можно на примере Германии, где в 2011 г. она равнялась 0,063 евро за кВт.ч (без НДС), при норме прибыли 5% при средней стоимости газа для ТЭС — 450\$ за 1000 м<sup>3</sup>. В Европе по всем прогнозам различных экспертных агентств в долгосрочной перспективе цена газа неизбежно снизится на 20–30% и будет находиться на уровне не выше 350\$ за 1000 м<sup>3</sup>. При этом цена электроэнергии на оптовом рынке от амортизированных газовых ТЭС снизится на 20–25% (без учета инфляции) и будет равняться не выше 5–6 евро центов за кВт.ч для большинства европейских стран. Эта цена является ориентиром для экспортной стоимости электроэнергии из Болгарии. Для справки: средняя цена электроэнергии на бирже Скандинавских стран «Нордпул» (включая Германию) и в 2011, и в 2012 гг. находилась в диапазоне 4–5 евро центов за кВт.ч (без НДС и специальных налогов на электроэнергию). Это значит, что и в долгосрочной перспективе экспорт электроэнергии с АЭС «Белене», с ценой 12,2 евро цента за кВт.ч. (11,3 евро цента за кВт.ч. без российской части) будет абсолютно неконкурентоспособным.

#### 9. Рекомендации по выходу из сложившегося положения

Сегодняшнее правительство Болгарии считает, что, участие государства в этом проекте приведет страну к банкротству: «Сумма на реализацию проекта АЭС «Белене» примерно в семь раз больше по сравнению с годовыми расходами Болгарии на здравоохранение и в три раза больше, чем расходы государства на все социальные выплаты», — сказал вице-премьер и министр финансов Симеон Дянков. Очевидно, что проект оказался в тупике, из которого необходимо найти компромиссный выход. Первое, что должно быть сделано:

1) Болгарское правительство должно обратиться к российскому правительству по поводу возможности использования уже изготовленного оборудования для АЭС «Белене» на других площадках (например, 3 и 4 блоки Хмельницкой АЭС, 4 блок Ростовской АЭС и др.).

2) При расчетах возможных убытков российской стороной рассматривать их с учетом недополученных Болгарией средств от продажи старого оборудования АЭС «Белене».

3) Максимально снизить накал публичной полемики и взаимных обвинений вокруг этого проекта.

Положительный опыт моей поездки в Болгарию в том, что я увидел молодых политиков, готовых досконально разобраться в запутанном проекте АЭС «Белене» и принять взвешенное решение, не обременяющее их страну непосильным долгом. Чего я от души желаю и своей стране. Так же эта поездка дала мне дополнительный стимул более детально самому разобраться с этим проектом.

# Чернобыль: Питают ли науки



**Н.Н. Кудряков**  
Институт ядерной энергетики (филиал) Санкт-Петербургского Государственного политехнического университета в г. Сосновый Бор, доцент кафедры «Управление ядерными реакторами», к.т.н.



**О.М. Скрипачева**  
Институт ядерной энергетики (филиал) Санкт-Петербургского Государственного политехнического университета в г. Сосновый Бор, ст. преподаватель кафедры «Информационно-измерительные системы», зав. лабораторией вычислительной техники.

«Мы знаем что-то, если сможем это запрограммировать»  
А.П. Ершов, академик АН СССР

Один из авторов несколько раз участвовал в школьных диспутах, посвященных атомной энергетике и заметил, что если в среде школьников возникает тема Чернобыля, то возникает и словосочетание «человеческий фактор». «Человеческий фактор» — значит, что в аварии виноват персонал.

С пониманием того, что в аварии виноват персонал, наши старшеклассники буквально родились.

С таким пониманием наши десятиклассники приходят в технические вузы, но это еще полбеды.

Беда, что с таким пониманием они из вузов выходят. Производство специалистов, которые не могут объяснить почему взорвался чернобыльский реактор — это факт.

Есть преподаватели, которые это объясняют — но жизнь таких преподавателей осложнена тем, что пособий на эту тему практически нет, научные и технические материалы изданы мизерными тиражами, содержание и методичку темы Чернобыля приходится придумывать самостоятельно.

Есть преподаватели, которые, именно потому, что пособий на тему Чернобыля практически нет, не хотят связываться с этой темой вовсе.

Есть, наконец, преподаватели, которые убеждены, что физические предпосылки аварии на ЧАЭС объяснять студентам не надо. Потому что оперативный персонал обязан исполнять регламент. Студент, выучившись у такого преподавателя, о Чернобыле твердо знает одно — было положено иметь 15 стержней оперативного запаса, а было 8. Такой подход в обучении правилен, если предположить, что ВИУР — это не инженер-физик, а дрессированный медведь.

Но даже если будущему ВИУРУ знать физическое обоснование регламента излишне, то как быть с будущим конструктором?

\* \* \*

Учебной задачей, выполняя которую, студент-физик не только выходил бы на понимание физических причин аварии, но и приобретал бы общепользные знания и умения, является вариантный физический расчет ядерного реактора.

Имеется, по-видимому, всего два ответственных учебных пособия, при знакомстве с которыми возникает мысль о необходимости вариантного исследования зависимости критичности в качестве учебно-исследовательской задачи.

В работе «Вопросы безопасности АЭС с реакторами РБМК-1000»<sup>1</sup> (совместное издание Ленинградской АЭС и Санкт-Петербургского Государственного Технического Университета) приводится выдержка из отчета инспектора Госатомнадзора СССР А.А. Ядрихинского, который показывает, что при выбранном шаге графитовой решетки и обогащении топлива и при отсутствии воды реактор РБМК-1000<sup>1</sup> имеет максимум коэффициента размножения. Т.е. при данной геометрии заполнение реактора водой приводит к уменьшению критичности, а обезвоживание (в т.ч. вскипание) — к увеличению.

О связи между шагом решетки и размножающими свойствами писали еще Вейнберг с Вигнером. Но в отчете А. Ядрихинского эта связь обретает особую актуальность, в этом отчете эта связь вскрывает физические предпосылки реактивной аварии. И для творчески работающего преподавателя и для любознательного студента отчет А. Ядрихинского — это повод для того, чтобы сесть и построить зависимость коэффициента размножения от шага решетки и обнаружить этот самый максимум. Правда, пособие ЛАЭС-СПбГТУ указаний по методике обучения не содержит, по крайней мере — не содержит указаний по организации расчетно-лабораторного практикума. Достоинство этого пособия в другом — оно, по-видимому, оказалось первым общедоступным печатным изданием, на страницах которого мы видим выдержку из отчета А. Ядрихинского.

В работе В.И. Наумова «Физические основы безопасности ядерных реакторов»<sup>2</sup> сделан следующий шаг.

В пособии делается качественный анализ физических параметров, определяющих критичность системы. Показано, что в любом водоохлаждаемом реакторе величина плотностного коэффициента реактивности зависит от соотношения двух параметров — коэффициента использования тепловых нейтронов ( $\theta$ ) и вероятности избежать резонансного захвата ( $\phi$ ), что чем меньше  $\theta$  и чем больше  $\phi$ , тем больше риск получить неблагоприятное значение плотностного коэффициента реактивности. Особо оговорена специфика канального реактора с графитовым замедлителем.

В. Наумов ограничился приведением фор-

<sup>1</sup> А.Н. Ананьев, Л.А. Белянин, А.П. Еперин, В.А. Иванов, М.П. Карраск, В.И. Лебедев, В.П. Мартынов. Вопросы безопасности АЭС с реакторами РБМК-1000. Учебное пособие. Т.1. г. Сосновый Бор, 1994 г.  
<sup>2</sup> В.И. Наумов. Физические основы безопасности ядерных реакторов. М., МИФИ, 2003.



# ЮНОШЕЙ?

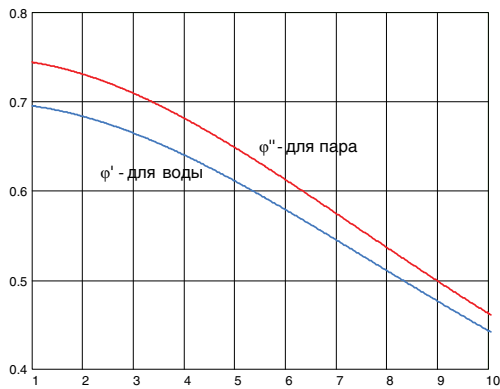


Рис. 1. Зависимость коэффициента использования тепловых нейтронов от относительного шага решетки

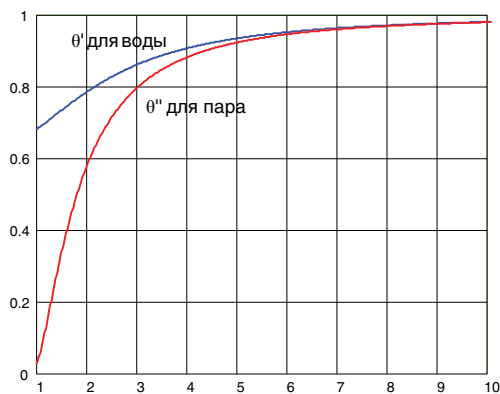


Рис. 2. Зависимость вероятности избежать резонансного захвата от относительного шага решетки

мул, в которых плотностной коэффициент показан как функция от величин «θ» и «φ» и от объемов топлива, воды и графита. Недостатком пособия по сравнению с отчетом А. Ядрихинского (и пособием ЛАЭС–СПбГТУ) можно считать отсутствие указания на вид зависимости от шага решетки коэффициента размножения

Следующим шагом явилась бы организация вычислений. (в т. ч. по приведенным В. Наумовым формулам) и построение зависимостей коэффициента размножения, плотностного коэффициента реактивности и величин «θ» и «φ» от размеров блока. Но также очевидно, что построение зависимостей физических характеристик от размера графитового блока есть не что иное как вариантней нейтронно-физический расчет.

\*\*\*

В традиционно-вузовском физрасчете определяются нейтронно-физические характеристики для размножающей системы с однозначно заданным материальным составом и геометрией. Умение выполнять физрасчет, на выходе которого мы имеем одно значение коэффициента размножения — это основы.

А чем от такого физрасчета отличается физрасчет исследовательский, т.е. дающий понимание причинно-следственных связей? Тем, что его результатом является множество значений критичности, соответствующих различным сочетаниям геометрических и материальных характеристик. Вот что об этом писали упомянутые А. Вейнберг и Е. Вигнер<sup>3</sup>.

«При проведении физического расчета ... Большая часть усилий связана с выбором величины отношения числа ядер замедлителя к числу ядер урана...»

Физрасчет, в котором критичность выбирается из многих значений, в котором она рас-

сматривается как переменная величина, как функция, — такой физрасчет в вузовской практике встречается скорее как исключение, чем как правило.

Почему? Потому что вариантней расчет — это большой объем вычислений.

А компьютер, вы спросите, на что? А компьютером в современном техническом вузе пользоваться не учат.

В 70-х — 80-х годах студент мог проучиться все пять лет, не написав, не отладив ни одной вычислительной программы.

Сейчас компьютер доступен студенту круглосуточно, но на освоение информатики по программе ГОС и ФГОС отводятся два семестра на первом курсе (час лекций и два часа лабораторных работ в неделю). В образовательных стандартах указывается, что студент должен научиться писать программы на алгоритмическом языке, но нет и упоминания о численных методах анализа, без которых невозможно решать реальные, в т.ч. исследовательские, задачи. Кстати, чему можно научить в вычислительной математике на первом курсе, если на первом курсе человек еще не знает толком ни математику как таковую, ни инженерные приложения?!

Семнадцать лет назад, когда Институт ядерной энергетики в Сосновом Бору был создан, в программу по информатике и численные методы входили. На освоение информатики отводилось четыре семестра. Этого маловато, но за это время удавалось дать студентам основы вычислительной математики и научить программированию.

Сегодня положение дел изменилось — в худшую сторону. Юрий Иванович Рыжиков, профессор Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского, — отмечает, что характерным стало явление «непрограммирующего пользователя», по существу — «компьютеризованного дебила»<sup>4</sup>.

Наверное, поэтому у нас в стране не производятся ни вычислительные машины, ни операционные системы, ни языки программирования. Есть, конечно, и отечественные разработки в прикладной области, и честь и хвала Евгению Касперскому. Но...

Но современные школьники и студенты хорошо умеют пользоваться смартфонами и планшетами, владеют Интернетом, но уже при подготовке простейшего реферата часто не способны высказать ни одной собственной мысли. Т.е. наш средний пользователь — не только непрограммирующий, но и не думающий, но и безязыкий.

«Непрограммирующий пользователь» и инженер, не знающий, почему взорвался чернобыльский реактор и — это явления одного порядка, мало того — одно явление порождает другое. Решив одну запущенную педагогическую задачу — сделав математическое моделирование традицией, внедрив в вузовскую практику построение и исследование математических моделей по максимуму дисциплин, мы решим другую запущенную педагогическую и методическую задачу — задачу адекватного описания физических предпосылок аварии на ЧАЭС.

В состав нейтронно-физического расчета реактора, выполняемого в рамках курсового проектирования, следует включать определение полного эффекта реактивности по плотности теплоносителя, а также выполнение вариантного расчета с различными значениями уран-графитового и уран-водного соотношения..

\*\*\*

В самом черновом виде вариантней расчет водо-графитового реактора можно выполнить, используя в качестве теоретической основы известное пособие Г.Я. Румянцева, а инструментарием — популярную систему MathCad.

Написать формулы, пользуясь MathCad как калькулятором — не сложно.

Задача в том, чтобы написать программу (а программой в MathCad является отнюдь не всякая последовательность выражений), а в программе — организовать цикл, при каждом входе в который вычисляется новое значение шага графитового блока. Речь идет о научении

студента простейшей рекурсии, что очень полезно при решении целого ряда расчетных задач, в частности, при численном интегрировании дифференциального уравнения. По каждому новому значению размера блока определяются макроскопические сечения нейтронных реакций, и через них — значения соответствующих коэффициентов.

Как уже указано, от шага решетки зависят коэффициент использования тепловых нейтронов и вероятность избежать резонансного захвата («θ» и «φ» соответственно).

Минимальной абсолютной величиной шага решетки является диаметр трубы технологического канала — 88 мм. Относительная величина шага при этом равна единице.

Расчет ведем для холодного состояния, т.е. микроскопические сечения соответствуют 20 °С, среднее по активной зоне обогащение топлива — 0.013 (при обогащении свежего топлива 0.018).

Значения коэффициентов использования тепловых нейтронов (рис. 1) монотонно падают как для воды, так и для пара, т.к. монотонно растет макроскопическое сечение поглощения в графите. Кривая, соответствующая пару, лежит выше, поскольку макроскопическое сечение поглощения для пара меньше, чем для жидкой воды.

При малых шагах решетки вероятность избежать резонансного захвата (рис. 2) для канала,

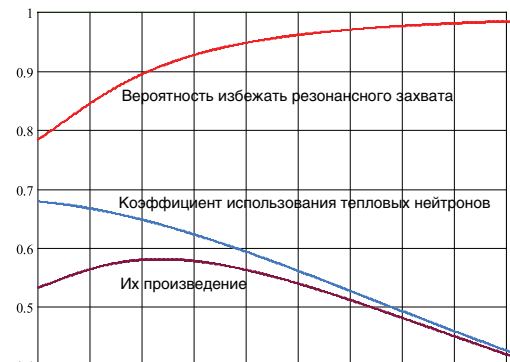


Рис. 3. К определению коэффициента размножения для уран-графитовой решетки с водой

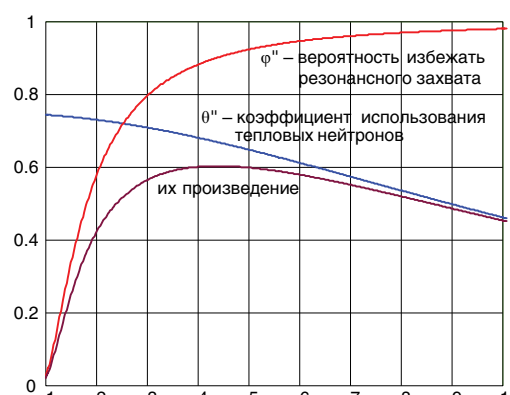


Рис. 4. К определению коэффициента размножения для уран-графитовой решетки с паром

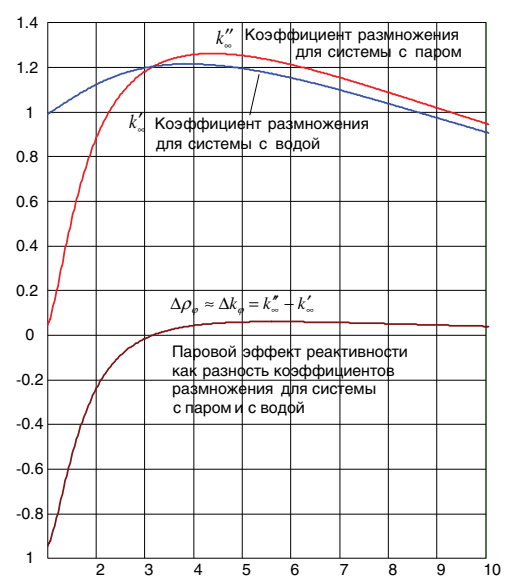


Рис. 5. Зависимость «бесконечного» коэффициента размножения от шага решетки

заполненного паром, исчезающее мала — и коэффициент размножения в этой области будет мал (система может быть подкритичной), но с увеличением шага, т.е. с увеличением количества замедлителя, вероятность избежать резонансного захвата быстро растет и приближается к величине, соответствующей заполнению водой. Т.е. при малых значениях шага переход от пара к воде существенно улучшает размножающие свойства, а обратный переход от воды к пару — ухудшает. В этой области будет наблюдаться отрицательный паровой эффект реактивности.

В качестве промежуточных результатов интересны зависимости произведений коэффициентов использования тепловых нейтронов и вероятностей избежать резонансного захвата от шага решетки. Эти зависимости в решающей степени определяют зависимости от шага решетки коэффициентов размножения.

Произведение двух функций, одна из которых убывает, а другая возрастает, есть функция, имеющая область возрастания, область убывания и точку экстремума между ними, т.е. имеется такое значение шага решетки, при котором критичность максимальна.

Умножив полученные зависимости на величину выхода вторичных нейтронов и на коэффициент размножения на быстрых нейтронах, получим зависимости от шага решетки «бесконечных» коэффициентов размножения.

В области значений шага от 1 до ~3 коэффициент размножения для системы с паром имеет меньшие значения, чем для системы с водой. Это означает, что при переходе от воды к пару в этой области критичность системы уменьшается, т.е. паровой эффект реактивности отрицателен. При шагах, больших ~3, переход от воды к пару приводит к увеличению коэффициента размножения, т.е. паровой эффект реактивности положителен. Далее для системы с паром мы действительно наблюдаем абсолютный максимум критичности.

Зависимость величины парового эффекта от шага решетки можно получить, вычитая из кривой «для пара» кривую «для воды».

Шаг решетки, при котором эффект реактивности переходит в положительную область, соответствует координате пересечения кривых и равен ~3, т.е. 26.4 см.

На этом примере показано, что, выполняя вариантней расчет даже по предельно упрощенной методике, можно показать, что величина и знак парового эффекта реактивности в уран-графитовой системе зависят от шага решетки, и что неоптимальный выбор шага решетки делает реактор динамически неустойчивым.

В рамках этой задачи можно пронаблюдать, что при заданном шаге решетки величина парового эффекта уменьшается при добавлении в систему твердого поглотителя. Отраженное в регламенте требование поддержание некоторого минимального запаса реактивности представляло собой на самом деле требование регулирования величины парового эффекта, но физический смысл этого требования до эксплуатационного персонала доведен не был.

\*\*\*

Развитие данной учебной задачи может происходить за счет введения зависимостей сечений нейтронных реакций от температуры, т.е. от мощности реактора.

Да, конечно, вариантней расчет по формуле четырех сомножителей и по малогрупповой методике Румянцева дает результат с большой погрешностью.

Но как, не научив человека программировать физические задачи по пособиям полувекковой давности, давать ему в руки метод Монте-Карло и современный расчетный инструмент?

Только после того, как студент сам научится писать программы по физическим, теплогидравлическим, прочностным и вероятностным вариантным расчетам, он сможет квалифицированно и ответственно пользоваться программными комплексами, созданными в предыдущие десятилетия, созданными людьми, которых не коснулось безумие образовательных новаций и которым повезло не иметь дело с ЕГЭ.

3 А. Вейнберг, Е. Вигнер. Физическая теория ядерных реакторов. М. 1961. с. 685.

4 Ю.И. Рыжиков. Вычислительные методы. Санкт-Петербург, 2007, с. 16.



# Главной колыбели атомных проектов — 80!

Долгие годы Головной институт «ВНИПИЭТ» работал в условиях строгой секретности. Здесь рождались известные на весь мир проекты атомной отрасли, над которыми трудились лауреаты многочисленных премий, герои труда, заслуженные энергетики, архитекторы и деятели науки. Сегодня институт отмечает 80-летний юбилей и совершенно открыто перелистывает страницы своей славной биографии.

Оправная точка в истории института — октябрь 1933 года, когда по приказу наркома тяжелой промышленности Серго Орджоникидзе для проектирования оборонных предприятий было создано Специальное проектное бюро (СПБ) «Двигательстрой». Первая же задача — проектирование завода по производству новых типов морских торпед и специальной станции для их испытания — была блестяще выполнена за 14 месяцев. Удачный старт позволил небольшому бюро довольно быстро перейти в разряд крупных предприятий: уже в 1939-м на его базе был организован Государственный союзный проектный институт (ГСПИ-11).

Дальнейшую судьбу предприятия в сентябре 1945 года определило решение правительства. институту, являвшемуся генеральным проектировщиком «оборонки», было поручено развивать самую инновационную в то время атомную промышленность. С этого момента институт, блестяще зарекомендовавший себя в годы Великой Отечественной войны, стал формироваться как проектная организация, осуществляющая комплексное решение задач, связанных с проектированием и строительством промышленных и научно-исследовательских комплексов, создание которых позволило СССР войти в ряд главенствующих мировых ядерных держав.

Роль Головного института «ВНИПИЭТ» в становлении и развитии атомной отрасли трудно переоценить. По проектам института построено большинство промышленных предприятий и научно-исследовательских центров ядерно-промышленного комплекса России и ближнего зарубежья. Наиболее значимые из них: первые в СССР исследовательский и промышленный реакторы, заводы по обогащению урана, предприятия по переработке ядерного топлива, первая в мире АЭС в городе Обнинске, первый блок Белоярской АЭС, два блока Курской, четыре блока Ленинградской, два блока Игналинской



**С.В.Онуфриенко**  
Генеральный директор  
ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ»

АЭС, специализированные научно-исследовательские центры: ОАО «ГНЦ НИИАР», ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова», ФГУП «НИИЭФА им. Д. В. Ефремова», ФГУП «РФЯЦ ВНИИЭФ», ОАО «НИИИС»; крупнейшие комбинаты атомной отрасли в Сибири, на Урале и в Европейской части России; созданы комплексы радиохимических и электрофизических лабораторий, исследовательские установки с атомными реакторами различного назначения в государствах Восточной Европы, в том числе в Польше, Венгрии, Румынии, а также в Китае, Египте и других странах мира.

В 1986 году институт назначен Генеральным проектировщиком объекта «Укрытие» над разрушенным 4-м энергоблоком Чернобыльской АЭС и научным руководителем работ по локализации радиоактивных загрязнений, дезактивации помещений и оборудования этой станции, а также зараженной вокруг местности.

По проектам градостроительного отделения института построено более 30 городов-спутников предприятий атомной промышленности, среди них — Сосновый Бор, Озерск, Саров, Актау, Навои, Зарафшан.

В 90-е годы в институте сосредоточены работы в области проектирования новых энергетических, разделительных и радиохимических производств, ядерных технологий, а также объектов специального назначения, модернизации дей-

ствующих заводов, стандов и атомных электростанций, а также вывода их из эксплуатации.

Сегодня ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» — многопрофильная организация Госкорпорации «Росатом», осуществляющая комплексное проектирование, научные исследования, разработку ядерных энерготехнологий нового поколения, конструирование и изготовление опытных и серийных партий нестандартизованного оборудования и изделий в области использования атомной энергии для ядерно и радиационно опасных объектов и объектов атомного энергопромышленного комплекса (включая объекты ядерного топливного цикла).

География текущих проектов института широка, специализация — все направления атомной отрасли России. В 2011 году Головной институт «ВНИПИЭТ» назначен Генеральным проектировщиком комплексного проекта «Прорыв», главной целью которого является создание замкнутого ядерно-топливного цикла в атомной энергетике страны.

В институте ведется проектирование атомной станции с инновационным опытно-промышленным энергоблоком с реакторной установкой на быстрых нейтронах со свинцово-висмутовым теплоносителем электрической мощностью 100 МВт (СВБР-100) и проекта многоцелевой исследовательской ядерной установки, включающей в себя быстрый исследовательский реактор с натриевым теплоносителем (МБИР). В рамках проекта по созданию технологического комплекса замкнутого ядерного топливного цикла России на ФГУП «ГХК» произведена реконструкция «мокрого» хранилища облученного ядерного топлива ВВЭР-1000 и завершено строительство пускового комплекса «сухого» хранилища облученного ядерного топлива реакторов РБМК-1000 и ВВЭР-1000.

На территории Китайской народной Республики по проекту института в 2011 году завершено сооружение газоцентрифужного завода по обогащению урана для атомной энергетики производительностью 500 тыс. ЕРР/год (по урану) в Ханьжуне.

Выполнен ряд проектных работ, направленных на достижение нового качества ядерной энергетики: опытно-демонстрационный центр по переработке отработавшего ядерного топлива на основе инновационных технологий на ФГУП «ГХК», полифункциональный радиохимический исследовательский комплекс на площадке ОАО «ГНЦ НИИАР», производство МОКС-топлива для энергоблока № 4 Белоярской АЭС с реактором

БН-800 на ФГУП «ГХК», выполнен комплекс работ по проектированию АС с РУ СВБР-100 и МБИР на промплощадке ОАО «ГНЦ НИИАР», создаются информационные модели исследовательской ядерной установки МБИР и СВБР-100 в программном комплексе Smart-Plant ENTERPRISE, выполняются работы по тематике ЯОК. Для расширения возможностей проведения научно-исследовательских работ с 2012 года в институте работают технологические стенды: для исследования топливных процессов в сухом хранилище (научно-техническая поддержка); для исследования тепловых режимов при переработке ОЯТ; для моделирования тяжелых запроектных аварий на атомных станциях.

Знаменательным событием к юбилею компании стало расширение компетенций предприятия — в качестве филиала к ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» присоединена еще одна мощнейшая проектная организация атомной отрасли — ОАО «СПБАЭП». В дальнейшем планируется осуществить полное слияние обоих предприятий с образованием объединенной компании с новым названием и торговым брендом.

Объединенная компания станет крупнейшим комплексным проектным предприятием атомной энергетической технологии в России, в первую очередь, по объему компетенций и позволит достичь качественного увеличения эффективности на рынке проектирования АЭС с реакторами типа ВВЭР и реакторами на быстрых нейтронах высокой и средней мощности, проектирования новых и модернизации действующих объектов ядерно-оружейного комплекса (ЯОК), ядерно-топливного цикла (ЯТЦ), ядерно-радиационной безопасности (ЯРБ), производства МОКС-топлива, радиохимических установок различного назначения, переработки, транспортировки, хранения ОЯТ, изоляции и захоронения РАО, вывода из эксплуатации атомных производств.

Важнейшим конкурентным преимуществом нового предприятия станет возможность осуществлять проектное сопровождение на всех этапах жизненного цикла объектов атомной энергетики: от принятия решения и реализации проекта, до полного вывода из эксплуатации.

**ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ»**  
197183 Санкт-Петербург,  
ул. Савушкина, д. 82  
Телефон: (812) 430-01-34  
Факс: (812) 430-03-93  
E-mail: [email@givnpiet.ru](mailto:email@givnpiet.ru)  
[www.givnpiet.ru](http://www.givnpiet.ru)







**В.И.Аликов,**  
Ветеран подводного флота,  
в прошлом — командир  
подводной лодки К-244,  
капитан 1 ранга в отставке

# День подводника без подводников

В телепрограмме «Морские вести» (ТВ «Россия 1») был представлен сюжет о праздновании Дня Подводника 19 марта 2013 г. на Адмиралтейском Объединении (ЛАО) — судостроительном комплексе, за три века построившем множество кораблей и судов, в том числе дизель-электрических и атомных подводных лодок.

**ЛАО** (ныне ОАО «Адмиралтейские верфи») — предприятие, значимое не только для всего Подводного Флота России, но ставшее близким мне лично. Ведь здесь были построены две подводные лодки: Б-4 «Челябинский комсомолец» и К-244, где прошли лучшие годы моей службы в подводном флоте. На этих лодках прошло 8 лет моей службы. В те годы только в море я находился более двух лет — и в тропиках, и подо льдами Арктики. А сколько пришлось потрудиться на берегу, чтобы все походы, испытания, стрельбы Б-4 и К-244 прошли успешно, безаварийно! Нам удалось служить настолько добросовестно и профессионально, что обе подводные лодки были удостоены звания «Отличный корабль».

Тот репортаж с «Адмиралтейских верфей» я ожидал с огромным интересом. Но в составе отмечающих День Подводника на ЛАО, не удалось обнаружить ни одного военного подводника. Такой оригинальный вариант празднования Дня Подводника вызвал недоумение, огорчение и даже тревогу. Подобное отношение сегодняшнего руководства «Адмиралтейских верфей» к Подводному Флоту, как к изделиям судостроения (без экипажей) — абсурдно по существу. Но главное — оно не имеет перспективы, благоприятствующей развитию Подводного Флота России.

Особенно огорчило отсутствие в составе приглашенных на этот профессиональный праздник



Флоту 31 августа 1961 г., уже тогда имела наименование «Челябинский комсомолец».

Присвоение почётного наименования «Челябинский комсомолец» ПЛ Б-4 — заслуга её первого экипажа под командованием Р.А. Кетова. В отличие от М-105, в период «холодной войны» в большинстве случаев экипажи подводных лодок завоевывали своим кораблям славные имена.

Немало экипажей подводных лодок, возглавляемых командирами ассами, почётные наименования своим кораблям заслужили. Так появились подводные лодки «Ленинский комсомол»

вало бы ту отстранённость в День Подводника 19 марта 2013 г., а поступало бы благо разумно и добросовестно, и как-либо выражало понимание роли подводников из составов экипажей, обеспечивших реализацию предназначения подводных лодок и при этом своим мужеством и высокопрофессиональным трудом прославивших и подводников, и Флот, и судостроителей, — вряд ли кто-либо обратил внимание на ошибки в биографической книге ЛАО.

После приёма ПЛ Б-4 и обеспечения славного начала истории этого корабля, Юрий Александрович Кетов в качестве командира и сдаточного капитана 6 ноября 1968 г. принял на ЛАО ещё одну подводную лодку — первую серийную ПЛА проекта 671, К-69, обеспечив и ей славное начало боевого пути. В 1972 г. К-69 была признана лучшим кораблём дивизии.

В отличие от руководства «Адмиралтейских верфей» наш «вероятный противник» ценит Р.А. Кетова, как подводника высшей квалификации. Потому его интервьюируют западные корреспонденты (в последний раз корреспондент телеканала ВВС встречался с ним в феврале 2013 г., специально прибыв для этого из Лондона).

Не был приглашён на празднование Дня подводника на «Адмиралтейских верфях» и первый командир ПЛ Б-103 Голованов Э. В., также принявший свой корабль у ЛАО в декабре 1964 г. и более 10 лет успешно и безаварийно командовавший кораблём. За это время было совершено не только много походов, но и обеспечено освоение БИУС «Узел» на этом корабле, открыв эру автоматизации кораблей ВМФ.

Патриотический труд столь великих предшественников достойно продолжил и экипаж ПЛА К-244. Для того чтобы боевые свойства подводных лодок проекта 671 РТМ были реализованы наиболее полно, наш экипаж в 1985 г. в ходе госиспытаний ПЛА К-244 добился устранения ошибок в программах БИУС и полной реализации проектных возможностей БИУС «Омнибус» (с 1977 г.

устанавливаемой на все современные ПЛА при существенных недостатках этой системы). Меры, принятые для «доводки» БИУС на К-244 в декабре 1985 г. (устранением недостатков БИУС мы обусловили приём К-244 от ЛАО), были затем реализованы не только на лодках пр.671 РТМ, но и на всех ранее принятых в состав ВМФ ПЛА, где эта система уже была установлена. В отчётной документации было отмечено, что это заслуга создателей БИУС «Омнибус», на самом деле приведения «Омнибуса» в норму добился именно военный экипаж К-244. Создатели системы, как ни уклонялись от этого (при поддержке со стороны ЛАО и даже Госприёмки), всё же сработали должным образом, но заставили их это сделать подводники из экипажа ПЛА К-244.

Кроме того, в ходе Операции «Атрина» экипаж К-244 провёл испытания способности подводной лодки проекта 671-РТМ действовать в условиях тропических широт (поставленную под сомнение итогом похода ПЛА К-324 в 1983 г.), и доказал способность ПЛА этого проекта действовать в тропических условиях достаточно успешно, хотя и не слишком комфортно [см. сайт К-244].

Кто выиграл от таких действий экипажа К-244, разве только сам этот экипаж? Выиграл и весь Подводный Флот и авторитет судостроителей. Но и из экипажа К-244 руководство «Адмиралтейских верфей», празднуя День Подводника, не вспомнило даже представителей династии Казмерчуков, из которой отец трудился в Военной приёмке ЛАО, а сын Андрей Васильевич — в экипаже К-244 принимал и проводил испытания сложнейшего оборудования турбинного отсека.

Следуя логике организации того празднования, можно считать, что ЛАО ни коим образом непричастно ни к успеху действий командира Р.А. Кетова и экипажа Б-4, ни к успеху командира В. В. Исаака и экипажа К-358, ни к успеху других подводников, достигших его после принятия подводных лодок от судостроителей. Но с этим категорически не согласны ветераны-подводни-

*Чисто коммерческий подход к проблемам создания и развития Подводного Флота России вне связи с государственными интересами страны, наносит ущерб не только Подводному Флоту России, но и её национальной безопасности*

замечательного подводника Юрия Александровича Кетова, первого командира Б-4, принявшего у ЛАО эту подводную лодку 3 октября 1960 г. и прославившего её.

Б-4 — одна из 74 подводных лодок проекта 641, построенных ЛАО. Р.А. Кетов так командовал этим кораблём, что именно его корабль проявил себя наилучшим образом, и в 1963 г. получил почётное наименование «Челябинский комсомолец» (приказ ГК ВМФ 18.01.1963 г.). Это имя, наследованное от ПЛ М-105, присвоено Б-4 за заслуги в походе к Кубе (Операция «Кама»), как достойному последователю традиций подводников Великой Отечественной Войны. В издании «Адмиралтейские верфи. Опыт трёх столетий 1704–2004» [СПб, изд. Гангут, 2004 г., 3000 экз., 296 стр.], на стр. 280 представлена неверная информация о том, что Б-4, сданная

(проекта 627, постройки СМП, лодка вступила в строй 17 декабря 1958 года, почётное наименование присвоено 9 октября 1962 г.), «Мурманский комсомолец» (Б-78, проекта 611, постройки СМП, вступила в строй 30 ноября 1957 г., наименование получила 9 октября 1962 г., 22 июля 1986 г. выведена из боевого состава ВМФ. Премницей славного имени стала К-358, проекта 671 РТМ, постройки ЛАО. Она вошла в строй 29 декабря 1983 г., а прославленное имя присвоено 30 декабря 1987 г., после награждения в 1985 г. Вымпелом Министра обороны СССР «За мужество и воинскую доблесть», но, как именная, в книге «Адмиралтейские верфи...» не упомянуты).

Если бы хотя бы в День Подводника Руководство ЛАО не сторонилось «чужих Руководству», но реальных подводников, и не демонстриро-



ки, поскольку подобная логика абсурдна, вредна для самих судостроителей, а для Подводного Флота она вообще губительна.

Такой подход порождает одну из главных причин затруднений «Адмиралтейских верфей» и других судостроителей в сдаче ими кораблей Флоту.

Представление, будто подводник — это только судостроитель, строящий подводные лодки, а вовсе не тот, кто реализует её предназначение, кто служит на лодке, содержит её в боеготовом состоянии и ходит в море на боевые службы, такое «понимание» проявлялось не раз. Чисто коммерческий подход к проблемам создания и развития Подводного Флота России вне связи с государственными интересами страны, наносит ущерб не только Подводному Флоту России, но и её национальной безопасности.

Смысл деятельности объединения руководство «Адмиралтейских верфей», определённо, видят лишь в материальной и финансовой реализации «заказа»: соединить секции корпуса плавающего объекта в единое целое, смонтировать всю начинку, покрасить, и сдать в срок. Больше денег — больше усердия. Трудом судостроителей «Адмиралтейских верфей» растут подводные силы Китая, и проч.

Если бы подобное «понимание» руководством «АВ» задач по строительству подводных лодок не порождало проблемы строительства Подводного флота России и не грозило другими, ещё большими проблемами, вряд ли следовало акцентировать внимание на том, как и в каком составе эта «сборочная команда» 19 марта 2013 г. отмечала свои успехи в зарабатывании денег.

Но когда судостроители перестают считать свою работу службой Родине, когда им безразлично, что и для чего они делают, видя смысл своей работы лишь в обналчиивании к сроку средств, не правильнее ли их профессиональный праздник назвать «Днём судостроителя»? Ведь День Подводника связан с учреждением нового класса кораблей в их классификации — класса подводных лодок, с организацией первого соединения подводных лодок.

Но пока 19 марта является Днём Подводника, в этот день судостроителям хорошо бы вспомнить, что, осваивая немалые бюджетные средства, полученные на строительство подводных лодок, они реально пользуются трудом экипажей подводных лодок, в том числе и в ходе строительства ПЛ: со дня погрузки на лодку аккумуляторной батареи, военный экипаж заступает на дежурство по ПЛ, обслуживает и обеспечивает безопасность батареи и лодки в целом), и в процессе сдаточных испытаний, — в полном объёме деятельности экипажа боевого корабля. В успешности же реализации продукции судостроителей (к чему у заказчика главный интерес), роль экипажей ПЛ становится полной.

Потенциал же Подводного Флота определяется отнюдь не числом корпусов подводных лодок, а эффективностью действий подводных лодок в интересах государства. Уровень этого показателя зависит от профессионализма и патриотизма экипажей ПЛ не меньше, чем от качества корпусов и их «начинки». Эффективность действий подводных лодок зависит также от качества обеспечения ПЛ, от качества управления ими (экипажей, обеспечивающих служб, командующих, их штабов и командных пунктов).

Считаем, что подобная позиция руководства «Адмиралтейских верфей» не только ошибочна и бесперспективна, но и опасна для подводной службы страны.

Профессионалы-подводники убеждены, что основа успеха подводной службы триединая, зависит из успеха труда: конструкторов, судостроителей (объединяемых понятием «промышленность») и военных моряков, как служащих непосредственно на подводных лодках, так и обеспечивающих действия этих лодок. Убежденность в этом исходит из знаний, полученных в учебных заведениях ВМФ, и из опыта подводной службы, приобретённого за 25 лет службы на дизель-электрических и атомных лодках, и за 4 года службы в должности заместителя начальника штаба Северного флота по боевому управлению.

Позиция профессионалов-подводников была продемонстрирована при подготовке и проведении юбилейных мероприятий ПЛА К-244 — многоцелевой атомной ПЛ проекта 671 РТМ, сконструированной СПМ БМ «Малахит» и построенной в 1985 г. Ленинградским Адмиралтейским Объ-

единением. Моё командование подводной лодкой К-244, при формировании экипажа строящейся на ЛАО, началось с проведения сдаточных испытаний К-244, которые являются последним этапом постройки корабля. Невозможно переоценить опыт, приобретаемый офицером в ходе формирования экипажа, проведения испытаний корабля, его приёмки в состав ВМФ. Этот опыт позволяет понять важнейшее: что основа успеха подводной службы триединая. Это я знаю достоверно, поскольку помимо приёма К-244 (в качестве заместителя Председателя Госкомиссии, и сдаточного капитана), ещё трижды возглавлял Госкомиссии по приёму подводных лодок и их сложного оборудования.

К сожалению, ни училища, ни Классы, ни Военно-Морская академия, ни Учебные Центры ВМФ своих выпускников к работе по приёму кораблей от промышленности не готовят, а опыт тех, кто прошёл через приём и испытания кораблей, не используется. Все известные мне офицеры,

начатое гражданскими конструкторами и судостроителями, наш военный экипаж продолжил достойно.

Некоторые испытания (например, способность ПЛА действовать в условиях высокой температуры забортной воды) в Белом море, где проходили Госиспытания К-244, провести было нельзя. Эти испытания проводились в подходящих условиях позже. Наш экипаж провёл их позднее, в 1987 г., в Саргассовом море, уже после подписания приёмного акта, для того чтобы убедить всех в высоких качествах проекта 671 РТМ, в высоком качестве продукции наших судостроителей. Недостатки, которые во время Госиспытаний не были выявлены сдаточной командой и военной приёмкой, и были обнаружены экипажем позже, «промышленность» устраняла и в течение гарантийного срока, и позже, отказа не было.

На юбилеях К-244, ветераны — «Малахитовцы» и «Адмиралтейцы» мнение о триединстве основы успеха подводной службы разделяли.

*Потенциал же Подводного Флота определяется отнюдь не числом корпусов подводных лодок, а эффективностью действий подводных лодок в интересах государства*

обладающие успешным опытом такой работы: Н. Н. Генералов (приём К-388), М. И. Клюев (приём К-299), Ю. А. Стемковский (старший на заводских ходовых испытаниях многих лодок, профессионал высшей категории), Филиппов Е. Н. (приём К-138) и другие, кто в силу своего опыта и знаний способен готовить экипажи строящихся кораблей, соответствующего поручения не получали. Их уникальный опыт и колоссальные знания оказались невостребованными. Окончив службу на кораблях, эти офицеры трудоустроивались самостоятельно, куда удалось, вплоть до охранника в садоводстве. Именно в этом проявляется негативный аспект деятельности руководства не только ВМФ, но и руководства заводов, что сказывается на качестве продукции заводов — качестве кораблей, судов и подводных лодок.

Готовясь отметить 25-летие К-244 в 2010 г., ветераны нашего экипажа изначально считали, что и те, кто сконструировал наш корабль, и кто его построил, и кто в дальнейшем помогал экипажу поддерживать техническое состояние корабля, — все они являются соавторами славной истории корабля, соавторами всех побед К-244. Знание этой истины заработано «потом и кровью», потому это знание для нас свято. Конструкторов, и строителей корабля мы считаем ветеранами нашего корабля, наравне с теми, кто на ПЛА К-244 подолгу бороздил моря и океаны, в тропиках и подо льдами Арктики. Мысль о том, что юбилей К-244 может быть проведён без участия конструкторов и строителей корабля, представляется нам не просто абсурдной, но кощунственной, поскольку посягает на святое.

В ходе праздничных мероприятий в честь 20-летия и 25-летия К-244, все участники вспоминали, как дружно мы работали, чтобы Флот получил хороший корабль. Приказом Директора судостроительного завода (1985 г.) штатный личный состав вместе с «заводчанами» был включён в сдаточную команду, а сдаточным капитаном был назначен командир К-244. Во время проведения испытаний корабля (иногда и с взаимными упреками, но всегда, находя взаимопонимание, и при неизменной взаимопомощи, в чем залог успеха) ответственный этап строительства корабля мы выполнили — провели заводские швартовные и ходовые, а затем и государственные испытания ПЛ, в ходе которых сдаточная команда (из заводчан и штатного экипажа ПЛ) не только выявила немало недоработок судостроителей и конструкторов, но при настойчивости экипажа ПЛА добились их устранения. В том числе удалось добиться устранения таких недостатков, считавшихся неустраняемыми, как недостатки в программном обеспечении БИУС «Омнибус». Так основной экипаж К-244 реализовал все замечательные свойства корабля проекта 671 РТМ, заложенные в него конструкторами и судостроителями. Столь успешно и безаварийно ПЛ К-244 проявила себя при решении сложных задач потому, что дело,

Те встречи запечатлены на видеореализации, размещённых на САЙТе К-244, чтобы с пользой для дела их посмотрел и тот, кто начинает подводную службу, и тот, кто это триединство не осознал.

Ветераны-подводники основного экипажа К-244 помнят и чтят историю корабля, стремятся, чтобы наш опыт пошёл на пользу нынешнему поколению подводников. Для этого и представляют свои воспоминания на сайте К-244.

После полуденного выстрела с Петропавловской крепости 9 июля 2010 г., произведённого в честь юбилея нашего славного корабля К-244, представителю руководства «Адмиралтейских



верфей» была передана для экспозиции музея истории ЛАО гильза от этого заряда, но и через 3 года она не стала экспонатом музея.

Роль экипажей каждой из построенных лодок значительна. Каждая из них прошла через руки и через судьбы людей, составивших их первые экипажи, вместе с двумя сотнями представителей «промышленности», входивших в состав заводских сдаточных команд, назначаемых приказом Генерального директора. Тем же приказом сдаточным капитаном заказа №, как условно именуют строящуюся подводную лодку, назнача-

ли командира этой лодки.

Казалось бы, приказ гендиректора означает связь с предприятием, но «довольствия» (в виде оплаты работы, за которую, разумеется, менее сложную и гораздо менее ответственную, рабочий ЛАО за сутки нахождения на ПЛА в море во время сдаточных испытаний получал 60 рублей), «сдаточный капитан заказа» не получал от завода ничего, оставаясь на военном довольствии в 25 рублей в сутки (офицеры и мичманы получали до 20 рублей). Оплата труда подводников срочной службы, входивших в состав сдаточной команды и несших трёхсменную вахту, была копеечной. На них не распространялись также меры социальной поддержки (в виде медпомощи в медчасти завода, лечения в профилактории ЛАО и проч.), ни хотя бы в виде приглашения на празднование Дня Подводника. Хотя подводники из состава экипажей сдаваемых заводами кораблей это заработали, участвуя в составе сдаточных команд.

Совместный с судостроителями труд при достройке и проведении испытаний шёл на пользу делу. Большая численность представителей ЛАО (180 сдаточной команды от ЛАО) на борту К-244 во время ходовых испытаний в Белом море во многом была обусловлена недостаточным качеством швартовных (до ходовых) испытаний, недостаточной подготовленностью личного состава экипажа к проведению ремонта, и, главное — высокой оплатой работы в море. Очевидно, необходим порядок, который обеспечил бы предоставление и подводникам аналогичной оплаты при приёме кораблей.

Установление такого порядка позволило бы заинтересовать профессионалов-подводников работой по приёму кораблей, а, значит, улучшить формирование экипажей принимаемых кораблей и тем самым обеспечить повышение качества их приёма. Но из-за бездействия руководства «Адмиралтейских верфей», руководства судостроения России и руководства ВМФ такого порядка нет до сих пор. Вместо этого накапливаются лишь «сожаления» руководителей судостроения по поводу того, что «построенные корабли принять некому, так как экипажи слабые». Вместо реальных дел одни разговоры.

Важнейший вопрос: кто сможет реализовать заложенный в построенные корабли потенциал — руководство не задаёт потому, что сегодняшней ответ на него делает бессмысленной трату денег на строительство кораблей. Руководство лишь пеняет морякам на недостатки экипажей, якобы плохо принимающих якобы хорошие корабли от судостроителей. Последний «громкий» факт такого отношения — разбирательство по поводу гибели 20 человек на ПЛА К-152, из которых 17 человек — «гражданского» персонала. В их гибели обвиняют командира К-152 — «сдаточного капитана» и матроса — оператора системы ЛОХ. Неужели военные моряки нужны лишь для того, чтобы безответственные руководители, натворив безобразий, спрятались от ответственности за их спины?

Празднование Дня Подводника без участия подводников продемонстрировало, что руководители, от которых зависит судьба Флота, не понимают, для чего Флот необходим, в чём цель строительства подводных лодок, от чего и от кого зависит эффективность Подводного Флота, кто и как содействует её повышению. Такое возможно из-за отсутствия квалифицированного спроса с этого руководства за эффективность возрождения Подводного Флота страны. Отчёт за «возрождение» идёт по «освоенным» суммам. А что на выходе такого «процесса освоения денег», никто из высшего руководства понять не желает, по крайней мере, до тех пор, пока не обнаружат «новую дорогу к новой даче нового родственника»...

Такому руководству эффективный флот не нужен, потому что за эффективностью произведённой продукции никто из юристов-лингвистов, возглавивших Россию, спросить не способен, будучи к этому не готовыми ни по базовому образованию, ни по опыту реальной трудовой деятельности.

Просто строить Подводный Флот, не имея ни цели, ни плана — ни что иное, как безответственный распил отпущенных на строительство гигантских средств, в процессе которого происходит ещё и развращение, и уничтожение великодушных трудовых коллективов и их руководителей.



# Автоматизация управления борьбой за живучесть структурно сложных аварийных объектов

**Рассмотрен новый класс систем управления — АСУ борьбой за живучесть (БЗЖ) структурно сложных аварийных объектов (ССАО) с имитационной моделью аварийного процесса (ИМАП) в контуре управления.**



**Р.Д. Колесников,**  
к.т.н., доцент

**А**томная стратегия XXI века унаследовала от атомной стратегии века XX болезнь страха, переходящую в стадию ремиссии в форме абсолютизации безопасности в атомной энергетике. Инженерной психологии эта болезнь подарила «человеческий фактор». Теперь нужно считаться с тем, что к непосредственному проектированию атомных станций могут быть допущены «менеджеры», а к управлению ими — «алкоголики и тунейдцы». Поэтому из экологических соображений лучше от атомной энергетике отказаться и переселиться всем на юг, под пальмы.

В вопросах управления эта болезнь вылилась в недооценку возможностей развития систем управления, решающих задачи до введения в действие систем защиты. По данным МАГАТЭ, авария на ЧАЭС произошла по причине высвобождения положительной реактивности при сбросе АЗ в условиях специфического исходного положения стержней регулирования мощности реактора. Оператор не может в уме просчитать все эффекты, связанные с реактивностью. Но вполне доступно предусмотреть в системе управления возможность моделирования процесса, что позволит оператору предвидеть последствия принимаемых решений. Предвидение последствий — это одно из основных требований к системам управления такого класса.

Как выяснилось в результате расследования аварии, на АЭС «Фукусима-1» почти шесть суток не предпринимались действия по ликвидации последствий аварии. Каковы бы ни были причины, выход один — автоматизация процесса борьбы за живучесть и экспертиза информационного, алгоритмического и конструктивного обеспечения БЗЖ. Ключевой проблемой в реализации этого направления автоматизации является наличие источника информации. Идея использовать в качестве такого источника имитационную модель аварийного процесса порождает новый класс систем управления, о которых пойдёт речь ниже.

## Некоторые выводы из анализа состояния развития теории информации и процесса преобразования информации в АСУ ССАО

Системы управления — это системы генерации и преобразования смысловой информации. Чем структурно сложнее объект и выше уровень автоматизации, тем больше потребность в понимании смысловой сущности задач управления и количественной оценке процессов обработки информации. Попытка обращения к теории информации за ответами на насущные вопросы развития новой области управления привело к неожиданному открытию: отсутствие таковой.

В [1] показано, что в общепризнанной теории информации К. Шеннона энтропийные оценки, полученные для каналов связи, введённое на их основе содержание понятия и количественная оценка «информации», истолкованы ошибочно. Эти ошибки впоследствии растиражированы «математическими физиками», имеющими обыкновение тормозить развитие инженерных наук путём «навешивания» инженерных терминов математическим системам без учёта ограничений последних. В результате теория (смысловой) информации, пригодная для правильной постановки и решения проблем автоматизации управления ССАО отсутствует.

В [2] показано, что единственной мерой измерения смысла (семантической информации) является линейная мера, которой измеряется количество «порций смысла» (мощность) источника смысла. В качестве единицы измерения количества смысла предложен сенс.

Логарифмическая мера используется для измерения ёмкости материального носителя. Универсальной (минимальной) единицей измерения его ёмкости (ёмкостной информации) является бит.

В [3] рассмотрены энтропийные и информационные процессы в управляющей объектом системе. Показано, что проблема с оценкой состояния объекта (смысловая энтропия) возникает у оператора и связана с тем, что он получает её с модели объекта — средств отображения информации (СОИ). Поэтому, во-первых, семантическая энтропия имеет место только в решающей системе контура дистанционного управления (у оператора) и, во-вторых, её величина зависит от качества СОИ.

Если имеет место равенство  $I_{MG} = I_0 = I_M$ , то для управления предоставляется только информация по задаче. Это «идеальный» случай.

Всякая информация, не являющаяся целевой информацией, но предоставляемая в решающую систему в процессе управления, является семантической помехой.  $I_H = I_M - I_{MG}$ .

В этом случае для принятия решений по задаче целевую информацию необходимо выявлять на фоне семантической помехи (фильтровать).

Энтропия деградации  $D_G$  представляет собой разность между потребным для решения задачи количеством (целевой) информацией  $I_0$  и  $I_{MG}$  — количеством реально представляемой на СОИ целевой информации:

$$D_G = I_0 - I_{MG}$$

При  $D_G > 0$  решение задачи управления превращается в угадывание, что по понятным причинам недопустимо.

«Врождённая» деградация является следствием ошибочного проектирования известительной подсистемы. «Приобретённая» деградация связана с происходящими по тем или иным причинам искажениями сообщений. В результате может появляться ложная информация, в частности, являющейся искажённой целевой информацией —  $I_{MGL}$ . Совершенно очевидно, что по этой информации решение задачи управления (принятие решения) недопустимо.

В [3] показано также, что условием решения задачи управления ССАО в целом является вы-

отдаётся критерию безопасности. Понятно, что всегда существуют ограничения ресурсов и нужно их сосредотачивать на актуальном направлении. Но нельзя абсолютизировать решение проблемы. В частности, сосредоточение внимания только на обеспечении превентивных мер безопасности и недооценка проблемы обеспечения управления (БЗЖ) непосредственно в процессе аварии как раз и приводит к усугублению последствий аварии. Одной из главных причин этого является не недопонимание того, что эти критерии связаны, а нерешённость проблемы оптимизации управления ССАО по критерию максимума ТТХ.

Для решения этой проблемы необходимо решить ряд задач, связанных с перестройкой структуры аварийного объекта.

Во-первых, необходимо идентифицировать повреждённые элементы.

Во-вторых, необходимо определить зону локализации. Это зона определяется, исходя из реальных конструктивных возможностей по ограничению распространения аварии после первичных повреждений, проявляющихся в виде соответствующих комбинаций вышедших из строя элементов.

В-третьих, необходимо сформировать работоспособную структуру из оставшихся в строю элементов.

В-четвёртых, необходимо определить и ввести ограничения, соответствующие новой структуре объекта.

Состояние объекта управления характеризуется структурой, координатами и параметрами. Для проектирования АСУ ССАО первостепенное значение имеет математическое описание структуры объекта, отражающее её изменение при авариях объекта, которое может быть использовано для автоматизации управления и представления информации «оператору». Математическим аппаратом описания структуры является алгебра логики (булева алгебра) в различных её формах.

Остановимся на некоторых ключевых информационных аспектах решения этих задач.

## Определение множества повреждённых элементов

Способы определения множества вышедших из строя элементов связаны с источниками информации о процессе поражения. Первый из них — это доклады обслуживающего объект персонала о месте и характере процесса поражения. Второй — это измеряемые параметры поражающих воздействий. Оба этих пути связаны с информацией о внешних воздействиях. Третий — это изменение координат повреждённого объекта.

Эта информация может быть использована соответствующими тремя путями с учетом заранее известных мер по локализации возникшего аварийного процесса. Первый — считать все элементы объекта управления, попавшие в зону поражения и нестойкие к соответствующим поражающим воздействиям, повреждёнными. АСУ ССАО, работающие по этому принципу, назовём «нулевыми». Второй — вычислить все вышедшие из строя элементы путём сопоставления измеренных параметров поражающих воздействий хранящимися в базе данных характеристиками стойкости элементов к поражающим воздействиям. АСУ ССАО, работающие по этому принципу, назовём «параметрическими». Третий — попытаться по отклонению координат аварийного объекта определить вышедшие из строя элементы. АСУ ССАО, работающие по этому принципу, назовём «координатными».

Решение последующих задач основывается на умозаключениях проектировщиков АСУ ССАО или операторов непосредственно в процессе управления.

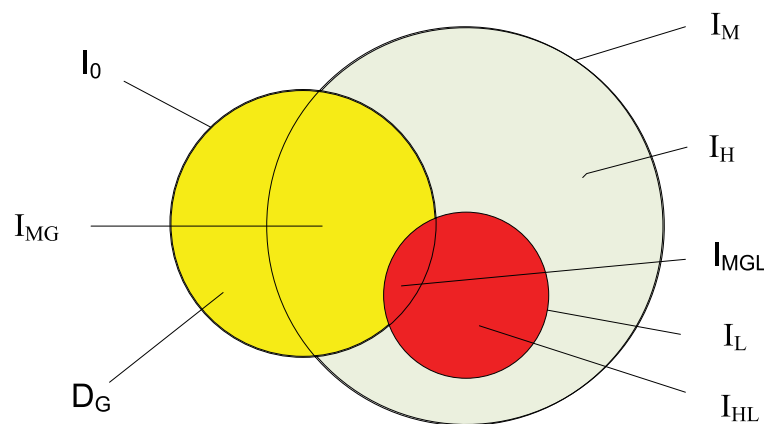


Рис. 1 Информационная диаграмма известительной подсистемы

В системах управления в нормальных ситуациях семантическая энтропия равна нулю.

На рис. 1 показана диаграмма представляемой на СОИ информации для решения определённой задачи управления — достижение объектом целевого состояния.

Введены следующие обозначения:  
 $I_M$  — общее количество представляемой на СОИ информации (message);

$I_0$  — необходимое для решения задачи количество (целевой) информации;

$I_{MG} (=I_0)$  — количество реально представляемой на СОИ необходимой (целевой) информации;

$I_H$  — количество семантической помехи.

$D_G$  — энтропия деградации («врождённой»);

$I_L$  — количество представляемой искажённой («ложной») информации;

$I_{MGL}$  — количество представляемой искажённой («ложной») целевой информации;

$I_{HL}$  — количество представляемой искажённой («ложной») нецелевой информации;

С помощью информационной диаграммы рис. 1 можно проиллюстрировать условие возможности реализации управления объектом по задаче:

$$(I_{MG} = I_0) \leq I_M \cdot \text{и} (I_{MG} = I_0) \in I_M \cdot (*)$$

Т.е. целевая информация  $I_{MG}$  должна иметься в общем потоке информации  $I_M$  ( $I_{MG} \in I_M$ ) и должна быть представлена в полном объёме ( $I_{MG} = I_0$ )

полнение условий, подобных (\*), в решающей и исполнительской подсистемах контура циркуляции информации.

## Задачи управления ССАО

В общем виде задача управления аварийным объектом состоит в переводе его из исходного (текущего) состояния в целевое состояние. Управление ССАО по существу является одной из основных задач управления борьбой за живучесть (БЗЖ) объекта, связанной с оперативным восстановлением его способности функционировать по прямому назначению (восстановлением ТТХ). Поскольку БЗЖ является контрпроцессом процесса поражения (результатом взаимодействия этих процессов является конкретный аварийный процесс, авария), время реакции АСУ ССАО определяется процессом поражения, а она сама является системой реального времени. Это обстоятельство играет решающую роль при распределении функций управления в контурах автоматического и дистанционного управления.

Критерии эффективности управления АСУ ССАО определяются внешней обстановкой и задаются системой более высокого уровня иерархии. Основными критериями являются максимум безопасности (экологической, технической и т.п.) и максимум ТТХ на множестве процессов управления. В настоящее время предпочтение



**Умозаключения и фильтрация информации**

В основе преобразования исходной информации с целью извлечения необходимой для достижения конкретной цели (целевой) информации является умозаключение. Если эта операция осуществляется с использованием технического устройства (не обладающего «умом»), то целесообразно называть это устройство смысловым фильтром, а саму операцию фильтрацией (целевой) информацией.

Рассмотрим процесс умозаключения о состоянии объекта по состоянию его элементов. В дальнейшем под «объектом» будем также понимать системы и подсистемы объекта. Наличие определённых знаний об объекте позволяет существенно уменьшить количество информации для получения правильного представления о его состоянии. Если, например, элементы объекта соединены последовательно, то правильное заключение о выходе его из строя можно сделать, обеспечив обнаружение выхода из строя любого из элементов. Ценная для управления информация в данном случае получается на основании умозаключения о равнозначности выхода из строя любого элемента выходу из строя объекта.

Если используется поэлементные проверки, то может получиться так, что отказавший элемент окажется последним в последовательности проверок. Эффективность процесса умозаключения о состоянии объекта по состоянию его элементов можно увеличить, если проводить его путём одновременной проверки состояния элементов. Для этого можно использовать логический элемент И (в любой математической и технической форме представления), моделирующий объект с последовательно соединёнными элементами:

$$y = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$$

Логический элемент И является логическим фильтром информации. Если на его входы подаётся информация о состоянии элементов объекта, то с его выхода снимается информация о состоянии самого объекта. Элемент И «сжимает» информацию, поступающую на входы, но вся она «достигает» выхода. Действительно, если исключить какой-либо вход, то результат «умозаключения» может быть ошибочным.

Другим простейшим логическим фильтром информации является логический элемент ИЛИ, моделирующий объект с параллельно соединёнными элементами:

$$z = x_1 \cup x_2 \cup \dots \cup x_n$$

Логические элементы И фильтруют ценную для управления информацию о наличии вышедших из строя элементов. Логический элемент ИЛИ фильтрует ценную для управления информацию о наличии неповреждённых элементов.

Таким образом, логические элементы И и ИЛИ технически реализуют логическую обработку входных сигналов (фильтрацию смысла входных сообщений). Они являются фильтрами ценной для управления (структурной ёмкостной) информации, реализующими умозаключения о состоянии объекта по состоянию его элементов. Объединяя их в узлы, блоки и системы в соответствии с математическим описанием структуры объекта  $f(X_n)$ , можно получать автоматические системы логической обработки информации, необходимой для решения задач управления ССАО. Поскольку обрабатывается информация о структуре объекта (структурная информация) назовём этот процесс фильтрации структурной фильтрацией.

Перспективным для решения этих задач является математическое описание функциональной структуры  $f(X_n)$  неповреждённого объекта, получаемое путём последовательного описания процесса формирования сложных структур, реализующих сложные (технологические) функции из простых функций. Соответствующая этому математическому описанию система логических уравнений даёт представление об иерархическом пространстве состояний всех функций. На основе информации о конкретном состоянии элементов объекта можно получать информацию обо всём пространстве состояний аварийного объекта в темпе с процессом поражения. Следовательно, такое математическое описание действительно перспективно для решения задач управления ССАО.

**Количественная оценка процесса структурной фильтрации и умозаключения**

На рис. 2 представлена общая схема генерации, логической фильтрации и смыслового декодирования информации о состоянии объекта.

Показаны «генератор» смысловой информации  $X$ , состоящий из  $n$  источников смысловой информации  $X_i$ , логический фильтр  $F(X_n)$  с  $n$  входами и одним выходом и смысловой декодер (СД).

Рассмотрим  $n$  элементов некоторой структуры. Каждый из этих элементов может принимать одно из нескольких состояний. Допустим, что эти состояния известны и известен (выбран) способ смыслового декодирования этих состояний для каждого элемента. Тогда текущее состояние объекта можно представить  $n$  источниками смысловой информации  $X_i, i = 1, 2, \dots, n$ .

В общем случае, каждый  $i$ -ый источник может иметь мощность  $n_i$  сенс. Каждый из них в конкретный момент времени выдаёт конкретное сообщение  $\alpha_i$ , содержащее 1 сенс смысловой информации. Таким образом, на выходе генератора в каждый момент времени представлена определённая комбинация  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ , отражающая состояние всех элементов объекта. Она поступает на соответствующие входы фильтра  $F(X_n) - x_1, x_2, \dots, x_n$ .

Процессы кодирования и декодирования по природе детерминированные. Они основаны на взаимнооднозначном соответствии смысла и его материального носителя, поэтому неопределённости логического умозаключения, или фильтрации информации, в этих процессах нет. Если этот процесс генерации информации представить как опыт со случайными исходами, то  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  — это «выборка» сообщений из  $n$  источников, реализация опыта.

Фильтр реализует логическую функцию  $Y = f(X_n)$ . Мощность множества  $Y - |Y| = M$ . На выходе фильтра в каждый момент времени также будет представлена реализация одного значения  $y_i \in Y$ , соответствующего текущему состоянию объекта. Именно это состояние декодирует смысловой декодер как смысл некоторого сообщения  $\beta$ , по которому принимается решение. Здесь имеет место генерация, получение и использование (преобразование) знаний и нет процесса взаимодействия энтропия — информация.

Задача состоит в оценке соотношения количества обработанной входной информации о состоянии  $n$  элементов и количества информации в выводе (умозаключении). Смысловое содержание информации, характеризующее состояние объекта (на выходе логического фильтра), не может превышать смыслового содержания характеристик его элементов (на входах логического фильтра). Если эти входные характеристики одинаковые, то они же будут характеризовать выход. За единицу смысловой информации, как указывалось, принимается сенс, за единицу информационной ёмкости — бит. Если все источники информации на входе и выходе содержат  $m$  сенс информации, то за единицу информационной ёмкости можно брать  $1 = \lceil \log_2 m \rceil$ . Количество смысловой информации на входе фильтра  $N = m^n$  сенс.

Введём следующие показатели эффективности обработки смысловой структурной информации:  $K$  — линейный коэффициент сжатия смысла;  $\phi K$  — обратный линейный коэффициент сжатия смысла. Количество входной смысловой информации  $N = |X| = \prod_{i=1}^n n_i$  сенс,  $i = 1, 2, \dots, n$ , где  $n$  — количество элементов, а  $n_i$  количество состояний каждого элемента. В результате умозаключения получается 1 сенс новой по смыслу информации (об объекте в целом). Линейный коэффициент сжатия смысла  $K = K/1 = N$ .

Обратный линейный коэффициент сжатия смысла  $\phi K = 1/K = 1/N$ . Пример. Пусть  $X_i \in \{0, 1\}, i = 1, 2, \dots, n$ . Тогда  $N = 2^n; K = 2^n; \phi K = 1/2^n$ .

Введём следующие показатели эффективности ёмкостной структурной логической фильтрации информации логическими фильтрами  $F(X_n)$ :  $\phi LK$  — логарифмический коэффициент фильтрации (сжатия смысла) логическим фильтром  $F(X_n)$ ;

$LK$  — обратный логарифмический коэффициент фильтрации (сжатия смысла) логическим фильтром  $F(X_n)$ ;

Логарифмический коэффициент фильтрации (сжатия смысла) логическим фильтром  $F(X_n)$   $\phi LK = \log N / \log M$ .

Обратный логарифмический коэффициент фильтрации (сжатия смысла) логическим фильтром  $F(X_n)$   $LK = \log M / \log N$ .

Пример. Пусть  $X_i \in \{0, 1\}, i = 1, 2, \dots, n; Y \in \{0, 1\}$ . Тогда  $N = 2^n; M = 2$ .

$LK = \log 2^n / \log 2 = n; \phi LK = 1/LK = 1/n$ .

Таким образом, в автоматическом устройстве (дискретном автомате)  $F(X_n)$  производится преобразование (сжатие  $n$  к 1) ёмкостной информации, равнозначное преобразованию смысловой информации источника мощностью  $N$  (сжатие  $N$  к 1) до конкретной порции смысла и преобразованию её в соответствующее кодовое обозначение. Необходимо умозаключение реализовано технически. Оператору остаётся осуществить смысловое декодирование результата по известному ему способу кодирования — декодирования

Пример. Пусть  $X_i \in \{0, 1\}, i = 1, 2, \dots, n; Y \in \{0, 1\}$ . Тогда  $N = 2^n; M = 2$ .

Таким образом, в автоматическом устройстве (дискретном автомате)  $F(X_n)$  производится преобразование (сжатие  $n$  к 1) ёмкостной информации, равнозначное преобразованию смысловой информации источника мощностью  $N$  (сжатие  $N$  к 1) до конкретной порции смысла и преобразованию её в соответствующее кодовое обозначение. Необходимо умозаключение реализовано технически. Оператору остаётся осуществить смысловое декодирование результата по известному ему способу кодирования — декодирования

Примером реализации параметрической (координатной) семантической фильтрации является так называемое компас-табло и его модифицированные приложения [4]. На стрелочном приборе выделяются нормальная зона, а слева и справа от неё предупредительные и аварийные зоны, которые соответствуют возможным состояниям объекта. Зона реального состояния объекта указывается по-

Примером реализации параметрической (координатной) семантической фильтрации является так называемое компас-табло и его модифицированные приложения [4]. На стрелочном приборе выделяются нормальная зона, а слева и справа от неё предупредительные и аварийные зоны, которые соответствуют возможным состояниям объекта. Зона реального состояния объекта указывается по-

Примером реализации параметрической (координатной) семантической фильтрации является так называемое компас-табло и его модифицированные приложения [4]. На стрелочном приборе выделяются нормальная зона, а слева и справа от неё предупредительные и аварийные зоны, которые соответствуют возможным состояниям объекта. Зона реального состояния объекта указывается по-

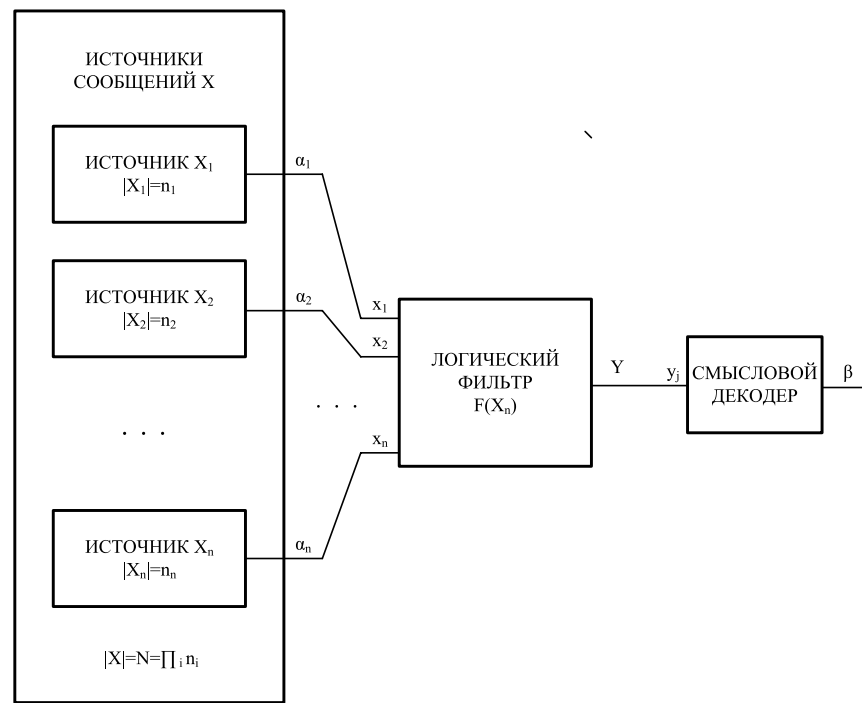


Рис. 2. Схема генерации, логической фильтрации и смыслового декодирования информации о состоянии объекта

для получения информации о состоянии объекта.

Аварийные объекты после получения повреждённых определённое время способны функционировать по прямому назначению. Уменьшение времени, затрачиваемого на оценку обстановки, позволяет использовать этот выигрыш во времени для реализации решения. Это весьма важно в системах реального времени.

**Эффективность обработки информации в современных СУ ССАО**

Очевидно, что задача управления ССАО существует объективно. В нормальных ситуациях для управления структурой (в оконечных режимах) достаточно её поэлементного представления на «жёсткой» мнемосхеме. Поскольку все переходные процессы регламентированы, они достаточно эффективно контролируются координатами и параметрами.

На основе отклонения координат за допустимые пределы создаются системы автоматической аварийной защиты и управления в аварийных ситуациях. Системы автоматического управления объектом в аварийных ситуациях обеспечивают введение резерва при одиночных выходах из строя элементов в процессе эксплуатации. При отсутствии резерва, запаздывающих или ошибочных действиях оператора срабатывает аварийная защита. Эта ограниченность целей управления очевидна, поскольку допускаются случаи, когда эти системы могут быть просто вредны. Например, если система управления введением резерва в какой-либо гидравлической системе строится на основе информации о падении давления. Она сработает правильно, если при этом не потеряна герметичность системы. В противном случае последствия будут прямо противоположны желаемым.

Попытки облегчить оператору решение задач управления в аварийных ситуациях предпринимаются на основе использования следующих способов автоматической фильтрации информации: ёмкостного и параметрического. Ёмкостной способ является универсальным в том смысле, что он пригоден для фильтрации семантической помехи при представлении информации в любой форме. Суть этого способа состоит в исключении не относящейся к обязанностям или к решаемой конкретной задаче управления информации. Например, способ «тёмной» мнемосхемы, приме-

ложением стрелки, фактически соответствующим измеренному значению некоторой координаты.

Суть процесса параметрической фильтрации состоит в разбиении (в математическом смысле) множества «элементов» (в данном случае показаний прибора) на подмножества по обоснованным признакам и визуализации этих подмножеств тем или иным способом. Например, выделение цветом соответствующих частей шкалы прибора с последующим указанием на одну из них «стрелкой». Легко видеть, что параметрическая фильтрация является разновидностью ёмкостной фильтрации. Вместе с тем, техническая реализация параметрической фильтрации — «линейное сжатие» входной информации — осуществляется, как и всякая фильтрация, на основе умозаключения.

Очевидно, что такая фильтрация не приводит к искомому результату — получению целевой информации для управления ССАО. Действительно, если речь идёт о состоянии элемента, то получить таким способом нужную достоверную информацию об  $n$  технологически связанных элементах структуры проблематично в силу связанности («связности») координат объекта. Если речь идёт о состоянии (работоспособности) объекта, то проблематично использование этой информации для решения указанной задачи перестройки его структуры.

Допустим, что математическое описание структуры имеется и в нём определены все элементы структуры (без этого нельзя представить модель (отражение) структуры объекта на СОИ). Допустим также, что решается задача идентификации состояния работоспособности аварийного объекта  $Y \in \{0, 1\}$ . Для её решения необходима информация о работоспособности каждого элемента  $x_i \in \{0, 1\}$  после повреждения.

Информацию о текущем состоянии структуры аварийного (повреждённого) объекта «оператор» получает с СОИ. В настоящее время на СОИ представляется информация о технической структуре неповреждённого объекта. О работоспособности и функциональном состоянии объекта «оператор» судит по его координатам (технологическим параметрам, представленным показаниями различных приборов). Как уже отмечалось, этого достаточно для управления неповреждённым объектом.

Для перевода повреждённого объекта в целевое состояние необходимо перестраивать его структуру. Для этого оператору необходимо не только «добывать» (целевую) информацию



о работоспособности каждого элемента. (Очевидно, что такой целевой информации на СОИ нет). Затем по ней нужно делать логические умозаключения о возможности реализации сложных (технологических) функций из простых.

Из рис. 2 видно, что в такой управляющей системе оператор должен сделать умозаключение о состоянии объекта по каждой конкретной реализации  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  на основе известной ему (известной по допущению) «разрозненной» информации о текущем состоянии каждого элемента. Иначе говоря, оператор должен выступить в роли некоторого смыслового декодера информации источника мощности N сенс. Сообщения этого источника представлены N кодовыми комбинациями длины n бит. Эти кодовые комбинации (кроме одной, соответствующей неповрежденному объекту) представляют собой возможные комбинации выхода из строя элементов объекта при его повреждении. Совершенно очевидно, что способ декодирования этих комбинаций оператору не известен. Он в лучшем случае может иметь представление об их частях.

Можно оценить, при каких значениях n (даже при  $n=2$ ) задача СД не решаема таким путём по причине её большой размерности, если, например, для относительно несложной системы из 33 элементов  $2^{33} \approx 10^{10}$ .

Если вновь вернуться к процессам логической фильтрации информации, то легко видеть, что «оператор» способен делать умозаключения типа И и ИЛИ. Но он с определённого уровня сложности структуры объекта не способен делать умозаключения в системе реального времени по всему пространству состояний функций.

Важно отметить, что управление по координатам — это изначально запаздывающее управление (по отклонению). Это существенно для АСУ ССАО как систем управления реального времени. Если к тому же учесть, что в современных системах управления никакой информации о состоянии каждого элемента объекта при его повреждении на СОИ не представляется, можно с уверенностью сказать: для реальных объектов таким путём задача оценки состояния ССАО для перевода его в целевое состояние вообще неразрешима.

Этот вывод имеет большое практическое значение, так как позволяет понять, что в настоящее время даже для этой одной из ряда задач управления ССАО «врождённая» деградация  $D_0 > 0$ . Практически  $D_0 \approx I_0$ , т.е. этой целевой информации фактически нет. Ясно, что это одна из основных причин тяжёлых последствий аварий, начало которых может быть весьма безобидным, не говоря уже об изначально тяжёлых авариях.

Такое положение вещей является следствием постоянных бесперспективных попыток использования АСУ нормальными объектами в качестве АСУ ССАО, задачи управления в которых имеют принципиальные отличия и требуют для своего решения совсем другой целевой информации. Процесс идентификации состояния ССАО необходимо автоматизировать путём применения логических фильтров  $F(X_i)$ .

### Некоторые особенности АСУ ССАО

Основной особенностью АСУ ССАО является необходимость введения имитационной модели аварийного процесса (ИМАП) в контур управления аварийным объектом. Это обстоятельство обусловлено тем, что в подобных системах обязательно реализуется принцип централизованного управления и решение принимается руководителем БЗЖ объекта на основе анализа и выводов из оценки обстановки всем «коллективом операторов». Такие системы являются системами реального времени. В них время на оценку обстановки и принятие решения составляет от нескольких десятков и сотен секунд до нескольких часов. Поэтому наряду с требованием предвидения направления развития процесса поражения объекта и последствий принимаемых на разных уровнях управления решений, необходимо укладываться в жёсткие временные рамки и не допускать ошибок. Эти требования просто выходят за рамки психофизиологических возможностей «человека-оператора», поэтому за счёт наращивания количества операторов и соответствующей декомпозиции объекта поражения проблемы не решаются.

Для решения задач управления ССАО на вы-

ходе ИМАП в реальном времени должны формироваться и визуализироваться в качестве рекомендаций (в соответствии с требованиями инженерной психологии) управляющие воздействия на любую комбинацию вышедших из строя элементов. По существу для этого нужно решить проблему создания автоматической системы управления структурой объекта при любой комбинации вышедших из строя элементов.

Тестирование прототипов АСУ ССАО с ИМАП в контуре управления показывает, что в сложных аварийных ситуациях они оказываются «умнее» разработчика, что указывает на безусловную перспективность их применения.

Очевидными преимуществами АСУ ССАО с ИМАП в контуре управления являются:

- возможность имитировать аварийный процесс непосредственно на каком-то этапе развития аварии для оценки последствий принимаемых решений (если позволяет обстановка);
- простота реализации тренажерного режима;
- возможность исследовать эффективность конструктивного, информационного и алгоритмического обеспечения БЗЖ объекта на всех этапах его жизненного цикла;
- возможность оптимизировать организационно-техническую структуру персонала и др.

Особо следует подчеркнуть, что в условиях применения современных средств автоматизации система не требует специальных пультов управления, т.е. совместима с традиционными системами управления в нормальных ситуациях за счёт визуализации информации на дисплеях и сетевого обмена данными. Это важно, поскольку системы этого класса работают в «ждущем» режиме и (теоретически) могут за весь срок эксплуатации ни разу не использоваться.

### Выводы

Принципиальная разница содержания информационных процессов в АСУ ССАО и АСУ объектами в нормальных ситуациях состоит в отсутствии смысловой неопределённости (семантической энтропии) управления последней. Напротив, при повреждении объекта управления он становится источником значительных потоков информации, порождающих эту энтропию.

Показано, что в настоящее время даже для одной из ряда задач управления ССАО — задачи представления информации «оператору» — «врождённая» деградация  $D_0 > 0$ . Практически  $D_0 \approx I_0$ , т.е. этой целевой информации фактически нет.

Следствием постоянных бесперспективных попыток использования АСУ нормальными объектами в качестве АСУ ССАО, задачи управления в которых имеют принципиальные отличия и требуют для своего решения совсем другой целевой информации, является отсутствие АСУ ССАО как таковых. Это одна из основных причин тяжёлых последствий аварий.

Основная проблема проектирования и применения АСУ ССАО — это проблема, связанная с необходимостью обеспечения управления при любой комбинации вышедших из строя элементов объекта.

Процесс идентификации состояния ССАО по первичной информации о повреждённых элементах необходимо и возможно автоматизировать путём применения логических фильтров  $F(X_i)$ . Это позволяет получить реализацию модели всего пространства состояния технологических функций, необходимого для разработки автоматической системы управления и построения на её основе ИМАП как источника рекомендаций «оператору».

Приоритет в разработке теории и практики применения нового класса систем автоматического управления — АСУ ССАО с ИМАП в контуре управления, безусловно, принадлежит России. Внедрение таких систем позволит снизить уровень экологических и технических последствий тяжёлых аварий природного и техногенного характера за счёт быстрой и правильной реакции обслуживающего персонала на возникшую конкретную аварийную ситуацию.

**Литература.** 1. Колесников Р.Д. Туман рассеялся. www.proatom.ru, 23.04.2013. 2. Колесников Р.Д. Измерение количества информации. www.proatom.ru, 23.04.2013. 3. Колесников Р.Д. Информационные процессы в структурно сложных аварийных объектах. www.proatom.ru, 23.04.2013. 4. Бенда В.Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации. М.: «Машиностроение», 1982.

# Отечественная СПЗО АЭС

С.Л. Ситников  
к.т.н., Академик АПК,  
Генеральный директор ООО «СТС»

**Система преднапряжения защитной оболочки (СПЗО) АЭС относится ко 2-му классу безопасности и является последним четвертым барьером препятствующим распространению радионуклеидов и ионизирующего излучения за пределы зоны локализации аварий при проектных и запроектных авариях.**

Основным силовым элементом железобетонной защитной оболочки являются армопучки из высокопрочных арматурных канатов, которые исключают возникновение растягивающих напряжений в бетоне при повышении давления внутри оболочки при аварии.

Первые СПЗО на ВВЭР-1000 применяли армопучки состоящие из 450 параллельных проволок диаметром 5 мм. с усилием натяжения до 950 тон. По многолетнему опыту монтажа и эксплуатации пучков из параллельных проволок выявились ряд недостатков, а именно:

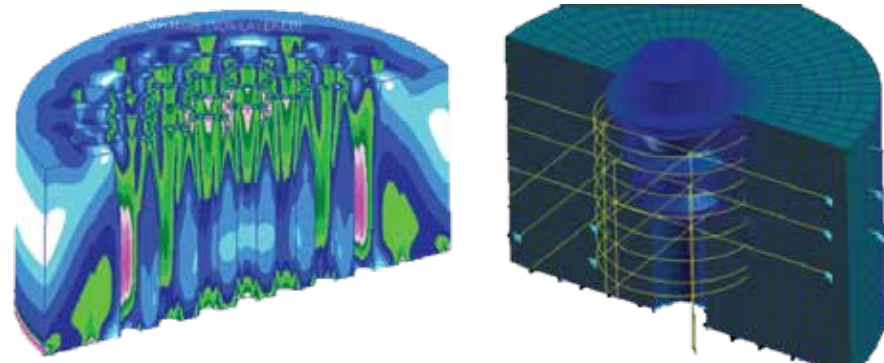


Рис. 1 Определение напряженно деформированного состояния системы.

- технология формирования пучка из 450 проволок;
- конструкция фиксации проволок, как через «коуш», так и с помощью «высаженных головок»;
- неравномерность распределения усилия натяжения 950 тон между 450 проволоками;
- релаксация материала проволок в течении эксплуатации СПЗО;
- несовершенная система коррозионной защиты армопучка.

В связи с большой эффективностью применением технологии преднапряжения железобетона в строительных конструкциях, в 60 годы прошлого столетия, была разработана новая технология преднапряжения. На базе 5 мм. проволоки был создан витой арматурный канат из 7-и 5 мм. проволок и далее в качестве повышения прочностных свойств стали применять стабилизированные канаты с временным сопротивлением разрыву 1860 МПа (ГОСТ Р 53772, EN10138.3), вместо 1670 МПа у не стабилизированных канатов (15 К7 ГОСТ 13840). На сегодняшний день ОАО «Северсталь-метиз» отработал полный цикл технологии изготовления отечественных стабилизированных армоканатов, в том числе «пластически» обжатых, что позволяет полностью отказаться от импортных канатов.

Фиксация каждого отдельного арматурного каната в анкере обеспечивается с помощью индивидуального клинового зажима, что исключает лавинообразный обрыв всего пучка в случае обрыва одного каната, как в схеме армопучка из параллельных проволок.

Применение пучков из арматурных канатов в СПЗО широко применяется во всех странах имеющих АЭС. Но Российские нормативные требования зачастую принципиально отличаются от иностранных. Например, в европейских СПЗО арматурный пучок из высокопрочных канатов инъецируется цементным раствором, т.к. в европе отсутствует требование о ремонтопригодности армопучков, в отличие от России. В последнее время в европе стали применять арматурный канат в полиэтиленовой трубке также с инъецированием, для возможности дотягивания в процессе эксплуатации. В СПЗО «Проект 2006» была внесена европейская СПЗО со всеми конструктивными, технологическими и нормативными недоработками.

Начиная с 2010 года специалистами ООО «СТС» были выполнены ряд научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по разработке отечественной системы СПЗО. С ОАО «Концерном «Росэнергоатом» была выполнена НИОКР на тему: «Разработка клиновой

анкерной системы для преднапряжения железобетонных защитных оболочек (СПЗО) реакторных отделений по проекту АЭС-2006», с ОАО «Атомэнергoproект» выполнена НИОКР на тему: «Разработка и обоснование конструктивных решений отечественной системы предварительного напряжения защитной оболочки РО» на специально построенном стенде Защитной Оболочки в натуральную величину.

В соответствии с Российскими нормами на проектирование СПЗО и опыта проектирования и выполнения работ на более чем 300 искусственных сооружениях с преднапряжением, был разработан армопучок из 55 арматурных канатов и проведены прочностные расчеты напряженно-деформированного состояния системы: армоканаты — анкер — местное армирование — железобетон. В качестве местного армирования применена спираль из арматуры периодического профиля, которая наиболее эффективно воспринимает растягивающие напряжения в бетоне от усилия натяжения армопучка и повышает качество монтажа при монтаже спирали, в отличие от монтажа рядов сеток арматуры или нескольких рядов специальных хомутов. На рис. 1 представлены материалы расчетов напряженно-деформированного состояния системы.

В соответствии с Российскими нормами по испытаниям анкеров, был разработан и построен силовой железобетонный стенд для прочностных испытаний армопучков с усилием до 2500 тон. Для создания разрывного усилия 55 прядевого армопучка применялись 4 гидродомкрата ДН-19, с общим усилием натяжения 1800 тон. Особенностью разработанного российского армопучка





Рис. 2 Силовой стенд для прочностных испытаний армопучка на 2500 тонн

СПЗО является применение пластически обжатых арматурных канатов с более высоким разрывным усилием, чем у канатов с круглыми проволоками, что позволило повысить коэффициент надежности армопучка на 10%. На комиссионных испытаниях с представителями ОАО «АЭП», ОАО «Концерн Росэнергоатом»; ОАО НПО «Цниитмаш»; «НИИЖБ» ФГУП «НИЦ «Строительство»; «ВНИИАЭС» и ООО «СТС», были проведены приёмочные (механические) испытания трёх опытных образцов армопучка АП-55. Нагружение армопучка производилось до обрыва первой проволоки у любого из 55 канатов. По результатам прочностных испытаний комиссия сделала заключение: «Армоземента для СПЗО из 55 компактированных канатов диам. 15,2 мм., опорного стакана ОС-55, обоймы АК-55 и клиновых зажимов обеспечивают агрегатную прочность пучка из 55 арматурных канатов не менее 95% и могут быть переданы в эксплуатацию».

В связи с уникальностью построенного стенда для России, на нем также были проведены прочностные испытания специальных силоизмерителей ПСИ-01, ПСИ-02 на 1000 и 1300 тонн соответственно, производства ОАО НИИ «Контрольприбор», используемых для мониторинга за напряженно деформированным состоянием СПЗО в процессе эксплуатации.

Дальнейшее развитие отечественной СПЗО, по отработке конструктивных решений и технологий монтажа и эксплуатации, было продол-

жено в программе выполнения договора НИОКР на полномасштабном железобетонном стенде защитной оболочки. Конструктивные решения при проектировании достаточно часто не учитывают технологические вопросы при выполнении строительно-монтажных работ, а для СПЗО имеющей длины пучков по 150 метров и разновысотность расположения пучков в 61 метр приходится применять особые технологические приемы. Специально построенный для этих целей стенд позволил исследовать ряд проектных, конструктивных и технологических вопросов по СПЗО, а именно:

- монтаж и демонтаж армопучков из 55 канатов различными способами;
- потери на трение различных типов канатов (в полиэтиленовой трубке и без) в различных типах каналобразователей (полиэтиленовых и гофрированных металлических) с различной кривизной;
- температурные процессы в бетоне при бетонировании защитной оболочки;
- различные технологии монтажа высокопрочных канатов;
- распределение усилия натяжения между канатами в пучке;
- напряженно деформированное состояние оболочки измеренное силоизмерителями ПСИ-02 на анкере и специальными оптоволоконными датчиками в бетоне по длине пучка;



Рис. 3 Полноразмерный стенд Защитной Оболочки АЭС



Рис. 4 Натяжение армопучка из 55 арматурных канатов на стенде

- антикоррозионная защита армопучка в процессе эксплуатации;
- ремонтпригодность армоканатов после натяжения пучка;
- измерение усилия в пучке в процессе эксплуатации с помощью специального гидродомкрата «Отрыв 55»;
- исправление последствий нарушения полиэтиленовой трубки канатов;
- технология инъектирования каналобразователей;
- новые технологии антикоррозийной защиты армоканатов;
- технология натяжения армопучков и пр.

Результаты работ по созданию отечественной СПЗО внесены в рабочую документацию на НВАЭС-2 и БалтАЭС и успешно реализуются в соответствии с графиком строительства. Впервые на НВАЭС-2 успешно применена принципиально новая технология монтажа армопучков в каналобразователи. Монтаж горизонтальных пучков производился до укладки бетона, что позволило исключить проблемы с непроходи-

мостью каналобразователей после бетонирования, которые имели место быть на целом ряде СПЗО в России и за рубежом. Тщательная проработка технологии и подготовка необходимого оборудования позволила достичь темпа монтажа армопучка из 55 арматурных канатов 3 штук в световой день.

Отечественная СПЗО уже показала свою эффективность в экономическом и технологическом плане по сравнению с импортной системой, а именно:

Сокращение стоимости только поставки комплектующих СПЗО на один блок, более 60 млн рублей;

Исключение затрат на аренду (с временным ввозом) специального импортного оборудования для выполнения работ по монтажу армоканатов, изготовления каналобразователей, инъектирования каналов и натяжения армопучков;

Энергобезопасность АЭС РФ за счет применения всех отечественных комплектующих и специального оборудования СПЗО;

Соответствие СПЗО Российским нормативным документам и проекту;

Технологичность монтажа армопучков СПЗО исключающая задержки сроков строительства;

Загрузка работой отечественных заводов и строителей.

В настоящее время отечественная система СПЗО, разработанная ОАО «Атомэнергопроект» и ООО «СТС», заложена в основу СПЗО реакторных зданий АЭС ВВЭР-ТОИ. Специалисты ООО «СТС» входят в состав рабочей группы по строительно-монтажным технологиям для сооружения АЭС с ВВЭР ТОИ.

Дальнейшее развитие отечественной СПЗО продолжается, и на очереди поставлены следующие программы: разработка армопучков с большим усилием натяжения (в том числе с карбоновыми канатами); система мониторинга за усилием натяжения армопучков на всем периоде эксплуатации в 60 лет; обеспечение нормативных термо-физических процессов при бетонировании преднапряженной защитной оболочки без трещин и «холодных швов»; проработка конструкции армопучков с учетом технологии ускоренного монтажа и ремонта армопучков.



Рис. 5 Монтаж армопучков на НВАЭС-2





Запуск ракеты «Falcon 1»



Д.И. Мант,  
автор книг «Космос  
день за днем», Санкт-  
Петербург

## Старт коммерческой космонавтики

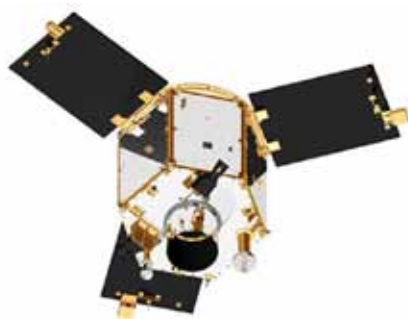
**Историю человечества можно рассматривать как бесконечный процесс познания окружающего мира и самого человека.**

Познание окружающего мира находит отражение в научно-техническом прогрессе (НТП), начиная от изобретения колеса и использования огня до сегодняшних открытий. НТП позволил создать рукотворный космический аппарат и направить его за пределы солнечной системы. Познание человеком самого себя позволило осуществить переход от первобытного общества к современным социально-экономическим системам.

В процессе познания возникла и космонавтика как наука о космосе, эволюционно развивающаяся по четким законам, как и все этапы научно-технического процесса. До середины XX в. самым сильным стимулятором НТП были цели военные. Но после запуска 1-го искусственного спутника Земли и полета в космос Ю. Гагарина — главным стимулятором научно-технического прогресса стала космонавтика. Если раньше ученые ломали головы, как из орудия в Берлине обстрелять Париж или бомбить Лондон, или из центра России доставить ядерный заряд в Вашингтон, то теперь рукотворные аппараты запускаются за пределы Солнечной системы. Основными целями НТП становятся достижение и освоение планет Солнечной системы. Побочный продукт этих исследований — спутниковые системы связи и навигации, сотовые телефоны, сеть Интернет. Стоит напомнить, что первые ноутбуки (компактные персональные компьютеры), были созданы для космонавтов шаттлов. Первый шаттл старто-

вал 12 апреля 1981 г. А ноутбук сегодня присутствует на рабочем столе каждого делового человека. Это затянувшееся вступление вызвано необходимостью акцентировать внимание на событии, которое произошло 22 мая 2012 г. Американцы назвали его «началом новой космической эры».

23 мая 2012 г. на сайте «Новости космонавтики» появилось сообщение: «После успешного запуска к МКС 22 мая 2012 г. первого частного



Малайзийский спутник «Razaksat»

космического корабля глава американского аэрокосмического агентства NASA Чарльз Болден объявил «новую эру» в освоении космоса». В России, чья доля на рынке космических запусков теперь может существенно сократиться, осуществленный старт и вовсе приравнивают к появлению новой космической державы. «Значение этого дня невозможно переоценить», — цитирует Русская служба Би-би-си Чарльза Болдена. — Впервые к МКС попытается пристыковаться космический аппарат, запущенный частной компанией. И хотя впереди еще много работы для успешного завер-

шения этой миссии, мы очень довольны удачным стартом». В свою очередь глава SpaceX (Space Exploration Technologies Corporation — американская компания, производитель космических ракет Falcon) Элон Маск заявил, что этот запуск открывает новую эру в освоении космоса, когда все более значительную роль будут играть частные компании. Маск провел параллель с Интернетом, который «появился на свет в качестве правительственного проекта, но затем к этому подключились коммерческие компании, что значительно ускорило развитие этого феномена». SpaceX заявляет, что к 2015 г. сможет запускать людей на орбиту по цене в \$20 млн за место. В среднесрочной перспективе эта компания может составить серьезную конкуренцию России. Как только корабль «Dragon» докажет свою надежность, многие контакты уйдут к SpaceX, делает вывод радиостанция «Коммерсант FM». «Американцы хотят отказаться от зависимости от России. Эти затраты минимальные. Мы знаем, что пуск шаттла обходился порядка 600–700 млн каждый, а сейчас за несколько лет регулярной доставки астронавтов США платят сумму, соизмеримую со стоимостью одного запуска шаттла. Есть важные, скорее политические моменты, моменты престижа», — считает член-корр Российской академии космонавтики Андрей Ионин. С этой точкой зрения согласен глава Space Adventures в России Сергей Костенко: «Проект SpaceX может существенно сократить число российских контрактов. В ближайшие пять лет российский «Союз» продолжит обеспечивать полеты к МКС, но дальше на смену этим кораблям придет что-то новое. «Такой корабль, как «Dragon», более конкурентоспособный, чем

«Союз». Он семиместный, больше поднимает и спускает полезной нагрузки. Он многоразовый. Его преимущества очевидны». Руководитель Института космической политики Иван Моисеев заявил следующее: «Сейчас случилось то, что одна фирма взяла на себя всю программу и предоставила NASA услуги, уже конечный результат по работе с Международной космической станцией. Это можно сравнить с появлением новой космической державы» [NEWSru.com].

Конечно, это не начало новой эры, а скорее новый, закономерный этап развития НТП в области познания Космоса.

### История коммерческого проекта «SpaceX»

Официально объявленной целью этого проекта было создание частной компанией ракеты-носителя и пилотируемого космического корабля для туристических полетов в космос в околоземном пространстве. Опуская организационно-административные и финансовые аспекты, кратко остановимся на хронологии проекта. Компания «SpaceX» была основана в 2002 г. создателем крупнейшей дебетовой электронной платёжной системы PayPal (англ. «приятель, помогающий расплатиться») Элоном Маском. В конце 2007 г. в компании работало 400 человек.

Первый пуск ракеты-носителя «Falcon-1» (F1) 24 марта 2006 г. завершился неудачей. Через



41 секунду после старта был потерян контроль над ракетой, и она упала в воды Тихого океана. Выяснением причины аварии занимаются специалисты компании «SpaceX».

Третий запуск «Falcon-1» 2 августа 2008 г. также оказался неудачным. Ракета должна была доставить на орбиту американский военный спутник, два малайзийских микроспутника и прах для захоронения в космосе. Но у ракеты не отсоединилась первая ступень.

Четвёртый запуск ракеты «Falcon-1» 28 сентября 2008 г. впервые завершился успехом.

4 июня 2010 г. в 18:45 по UTC с мыса Канаверал был произведен запуск «Falcon-9». В 18:54 отделилась вторая ступень, и РН успешно вышла на орбиту. Запуск был произведен со второй попытки. Первый был отменен за несколько секунд до старта из-за технической неполадки.

Во время первого полета «Falcon-9» на РН была установлена модель корабля «Dragon» («Дракон») для проведения аэродинамических испытаний.

23 августа 2010 г. компания «Space Exploration Technologies Corp.» продолжила испытания капсулы «Dragon», разрабатываемую по контракту

с NASA для полетов к МКС после закрытия программы «Спейс шаттл». По сообщениям пресс-службы «SpaceX», испытания спуска и посадки капсулы прошли успешно. Аппарат был сброшен с вертолета над Тихим океаном с высоты 14000 футов. Три парашюта штатно отработали, снизив скорость падения капсулы «Dragon» и обеспечив мягкую посадку аппарата недалеко от базы Ванденберг в Калифорнии.

По контракту с космическим агентством США (на сумму \$278 млн) «SpaceX» должна была осуществить три полноценных демонстрационных полета РН «Falcon-9» и КК «Dragon», предназначенного для доставки грузов на МКС. Первый успешный запуск «Dragon», несмотря на успех, не пошел в зачет, поскольку функциональные возможности капсулы «Dragon» во время этого полета представлены не были.

По плану регулярные рейсы к МКС «Dragon» должны были начаться уже в следующем году. Сейчас «SpaceX» готовится к первому демонстрационному полету по программе COTS. В течение 5-часовой миссии должны быть представлены возможности «Dragon» по переходу с орбиты на орбиту, передача телеметрии, прохождение



Капсула «Dragon» поворачивается в горизонтальное положение для стыковки с ракетой «Falcon 9»



РН «Falcon-9» с космическим кораблем «Dragon» на борту: 8 декабря 2010 г.



«Спокойствие» непосредственно перед установкой в модуль «Юнити»

команд, выдача импульса на сход с орбиты и приводнение с использованием парашютной системы [ФКА Роскосмос].

8 декабря 2010 г. был осуществлен успешный пуск ракеты-носителя «Falcon-9» с космическим кораблем «Dragon» на борту. В расчетное время корабль отделился от носителя и вышел

на околоземную орбиту. Вместе с КК «Дракон» был запущен ряд спутников, в том числе, первый военный наноспутник, разработанный по американской программе SMDC-ONE, курируемой агентством космической и противоракетной обороны и стратегическим командованием военными силами США (USASMDC/ARSTRAT).



SpaceX Dragon. Иллюстрация NASA





Внутренняя часть КК «Dragon». Фото NASA/ESA/

Технические характеристики ракеты-носителя «Falcon-9» и корабля «Dragon»

Технические параметры корабля (для модификации DragonLab)	
Общая длина:	6,1 м
Максимальный диаметр:	3,7 м
Сухая масса:	4 200 кг
Доставляемая на орбиту ПН:	6 тонн
Возвращаемая на Землю ПН:	3 тонны
Полезный объём:	7 м³ — герметичный
	14 м³ — негерметичный
Длительность полёта:	от 1 недели до 2 лет

РН «Falcon-9» 2-ступенчатая ракета-носитель высотой 50–54 м и диаметром 3,6 м, весом 333 т и весом полезной нагрузки 10–15 т. Тяга около 417 тс.

Космический корабль (КК) «Дракон» состоит из двух модулей: командного-агрегатного отсека конической формы и транка-переходника для стыковки со второй ступенью РН, который служит как негерметичный контейнер для размещения грузов и одноразового оборудования — солнечных батарей и радиаторов системы охлаждения. Энергоснабжение корабля, как и у российского «Союза», обеспечивается солнечными батареями и аккумуляторами. В отличие от американского КК «Аполло», а также разрабатываемых КК российского проекта «Перспективной пилотируемой транспортной системы», перспективных американских пилотируемых космических кораблей «Orion» и «CST-100», которые разрабатывают корпорации Lockheed Martin и Boeing, «Дракон» является практически моноблочным кораблем. Двигательная установка, топливные баки, аккумуляторы и другое оборудование агрегатного отсека возвращается вместе с кораблем, что является уникальным вариантом (аналог SS). На первом этапе развития (грузовой КК) стыковка с МКС (ввиду отсутствия системы автономной стыковки) осуществляется так же, как и стыковка НТВ — японского корабля снабжения МКС.

КК «Дракон» разрабатывается в нескольких модификациях: пилотируемой (экипаж до 7 человек), грузопассажирской (экипаж 4 человека + 2,5 тонны грузов), грузовой (в этом варианте он будет использоваться первое время) и модификация для автономных полётов (DragonLab).

22 мая 2012 г. КК «Дракон» стартовал к МКС на борту ракеты «Фэлкон-9», что явилось результатом сотрудничества между NASA и калифорнийской компанией SpaceX в рамках проекта американского космического ведомства по развитию коммерческой космонавтики. Запуск произошёл после многочисленных отсрочек и лишь со второй попытки.

25 мая 2012 г. астронавты Д. Петтит и А. Кауперс начали процедуру пристыковки к МКС первого частного космического корабля «Dragon». С помощью 17-метрового манипулятора они начали подтягивать корабль к станции. В 16:02 UTC (20:02 мск) космический корабль «Dragon» состыковался с модулем МКС «Спокойствие» («Транквилити»), доставленный на МКС шаттлом в феврале 2010 г. Модуль «Спокойствие» имеет самую совершенную систему жизнеобеспечения, способную перерабатывать жидкие отходы в воду, пригодную для бытового использования, а также производить кислород для дыхания. Имеется дополнительный туалет и система очистки воздуха, удаляющая загрязнения из атмосферы станции и контролирующая её состав.

26 мая 2012 г. в 13.53 мск астронавты открыли люки космического грузовика «Dragon». После выравнивания давления с МКС и взятия проб воздуха, астронавт Д. Петтит (Don Pettit) открыл люки и вместе с командиром экспедиции россиянином О. Кононенко вплыли в герметичный отсек КК «Dragon». Первоначально астронавты работали в защитных очках и респираторах — на случай присутствия токсичных компонентов в воздухе корабля. «Dragon» доставил на станцию около 500 кг груза (одежда, оборудование для экспериментов). После четырех дней

разгрузки корабль был загружен грузом (660 кг) для отправки на Землю. При массе 4,2 тонны аппарат способен доставлять на МКС до 6 тонн груза. На Землю он может возвращать с орбиты до 3 тонн груза.

Компания SpaceX стала первой в истории коммерческой компанией, осуществившей запуск частного грузового корабля к Международной космической станции, что ознаменовало начало новой эры после завершения тридцатилетней американской программы шаттлов. Через неделю будет произведена отстыковка и КК «Дракон» вернется на Землю. По мнению космонавтов, работающих на МКС, капсула «Дракон» имеет хороший интерьер. Высота капсулы составляет 4,4 м, ее диаметр равен 3,66 м.

31 мая началась подготовка к отстыковке КК «Дракон» от модуля МКС. В этом ответственном маневре участвовали два космонавта А. Киперс и Д. Акаба. Отстыковка производилась с помощью 17-метровой руки-манипулятора, входящей в систему «Канадарм 2» (Canadarm 2). Рука-манипулятор захватила капсулу «Дракон» и отвела ее от модуля МКС. В 14.10 по московскому времени космонавт Д. Петтит освободил коммерческий грузовик от системы «Канадарм 2». После этого капсула направилась к Земле. Она была спущена на Землю с помощью специальных парашютов.

В поисковой операции капсулы «Дракон» участвовало три спасательных судна для доставки капсулы на военную базу США. «Дракон» доставил на Землю 660 кг груза с борта МКС.

Капсула отстыковалась около 14:00 по московскому времени 31 мая 2012 г., в 18:51 были запущены двигатели корабля, после чего он начал снижение и вошел в плотные слои атмосферы. В 19:42 (на две минуты раньше запланированного времени) КК «Dragon» приводнился в Тихом океане в нескольких сотнях километров от побережья Мексики.

Так как этот полет считался тестовым, астронавты не загружали на «Dragon» никакой ценный груз. На Землю вернули лишь некоторое оборудование и образцы материалов, находившихся в космосе в научных целях. Планируется, что корабль «Dragon» в будущем будет доставлять на МКС до шести тонн груза. Он будет использоваться не только как грузовик, но и как пилотируемый корабль, который сможет отправлять в космос до семи астронавтов. Первые тестовые пилотируемые полеты запланированы на 2017 г. КК «Dragon» стал первым частным космическим кораблем в мире. Предполагается, что он может стать основным космическим транспортом, заменившим шаттлы, миссия которых завершилась в 2011 г. На данный момент единственным средством доставки астронавтов на орбиту остаются российские ракеты-носители «Союз».

Полет многоразового грузового корабля «Dragon» 23–31 мая 2012 г. был испытательным. 8 октября 2012 г. к МКС стартовал первый коммерческий корабль. Всего NASA заказало 11 полетов КК «Dragon».

## Заключение

Успешный полет к МКС гражданского коммерческого корабля, по мнению специалистов, событие эпохальное. Закончился период опытных и военно-ориентированных полетов челноков в околоземное пространство. Индустрия околоземной космонавтики переходит от государства в частные руки. Начинает работать один из главных факторов прогресса — конкуренция. Пройдет 20–30 лет, и этот этап сменится полетами к Луне, а может быть и к другим планетам.

Переход военной пилотируемой космонавтики к коммерческой означает начало потребительского использования околоземного пространства, как это было в свое время в кораблестроении и авиации.

В СМИ все чаще стали появляться сообщения о том, что NASA, сосредотачиваясь на исследованиях дальнего космоса, передает околоземную космонавтику частному капиталу. В свою очередь, коммерческие структуры одним из главных перспективных направлений, наряду со связью, навигацией и др., рассматривают развитие околоземного космического туризма.



Приводнение капсулы КК «Dragon»





**А. Б. Железняков,**  
советник президента РКК  
«Энергия»,

**В. В. Кораблев,**  
д. ф. м. н., проф. СПбГПУ,  
эксперт Института  
стратегического сотрудни-  
чества между КНР  
и РФ при ун-те Цинхуа

## Китайский прорыв в космос

**Успешно реализуя свои космические планы, КНР превратилась в одну из ведущих космических держав. Цель данной статьи — проанализировать основные шаги космической программы КНР от ее старта в 1956 г. до планов на ближайшие десятилетия.**

### Родина ракетной техники

Ракеты появились в Поднебесной около двух тысяч лет тому назад сначала в виде праздничных фейерверков, а затем и как система вооружения. С помощью пороховых ракет китайцам удалось остановить орды монголов-завоевателей (960 г.). А в 1232 г. в Китае были созданы ракетные установки залпового огня и ракеты с дальностью полета до 9 км.

Приблизительно в 1500 г. китайский мандарин Ван Гу предпринял попытку отправиться в космос. На своем троне он закрепил 47 пороховых ракет, которые одновременно должны были погнать 47 его слуг. В результате последовавшего мощного взрыва ни от испытателей, ни от «стартовой площадки» ничего не осталось.

Китайские ракетные технологии начали распространяться в странах Европы и Азии не только в качестве оружия, но и для решения научных и прикладных задач.

В самом же Китае о ракетах надолго забыли. Вновь к работам по ракетной тематике в Китае вернулись в 1956 г. В рамках двусторонних межправительственных соглашений Китаю из Советского Союза был передан ряд образцов ракетной техники вместе с документацией (в том числе, и баллистические ракеты средней дальности Р-2). Курс обучения азам ракетостроения в нашей стране прошли многие китайские специалисты. В 1960 г. был проведен успешный запуск китайской баллистической ракеты ЭР-1, практически копии советской ракеты Р-2.

Возглавлял работы по ракетной тематике Цянь Сюэсэнь. В свое время, проживая в США, он участвовал в создании американских межконтинентальных баллистических ракет, но затем вынужден был вернуться на родину. За вклад, внесенный в становление Китая как космической

державы, его называют «отцом китайской космонавтики».

Из-за осложнения советско-китайских отношений в начале 1960-х гг. было прекращено и «ракетное сотрудничество», что ускорило самостоятельные разработки ракетной и космической техники в Китае. Первым, научно-исследовательским центром, связанным с космической отраслью, стал Пятый НИИ Минобороны (октябрь 1956 г.), так как в значительной мере эти работы носили военный характер. В 1968 г., спектр задач космической отрасли значительно расширился. Создается Исследовательский институт космической медицины и инженерии, начали действовать программы подготовки тайконавтов (китайских космонавтов). Правительство страны уделяло большое внимание развитию космических технологий. Результатом этого стал запуск 24 апреля 1970 г. спутника «Дунфан Хун-1», который транслировал с орбиты на Землю одну единственную мелодию «Алеет восток». Но это событие позволило Китаю стать пятой страной, обладающей технологией запуска спутника.

### Становление китайской космонавтики

В 1970-х гг. происходило становление китайской космонавтики. В период с 1970 по 1979 г. на орбиту было выведено восемь спутников. Была заложена основа для дальнейшего развития космических средств, необходимых для решения прикладных задач (связь, навигация, метеорология, дистанционное зондирование Земли), а также задач национальной обороны (разведывательные спутники). Уже в те годы стали рассматриваться планы по осуществлению пилотируемых полетов в космос.

В 1980-е гг. началось развертывание спутниковых космических группировок народно-хозяйственного назначения. Удалось решить задачи возвращения космического аппарата (КА) на Землю и вывода КА на геостационарную орбиту. С 1980 по 1989 г. было произведено 15 успешных запусков китайских ракет космического назначения. Но по сравнению с СССР и США космические успехи КНР выглядели более скромно.

### Рост китайской экономики

Бурное развитие китайской экономики в последнее десятилетие XX в. вывело страну на уровень ведущих мировых держав. Не осталась в стороне и китайская космонавтика. Возросло количество китайских космических аппаратов, увеличилась длительность их работы в космосе, расширился круг решаемых задач. В начале 1990-х гг. Китай вышел на мировой космический рынок, предоставляя услуги по разработке, изготовлению и запуску спутников. Расширился спектр услуг для наземных потребителей.

Началась реализация программы пилотируемого полета в космос. Большая роль в том, что Китаю удалось отправить человека в космос, принадлежит России. С восстановлением добрососедских отношений наших стран, возобновилось сотрудничество в ракетной и космической сферах. Китайские специалисты вновь стали приезжать в нашу страну для обучения. Китайские компании стали активно закупать в России оборудование, необходимое для отправки человека в космос и его возвращения на Землю. В 1994 г. и последующие годы наша страна продала КНР ряд космических технологий, используемых для производства КК «Союз» (спускаемый аппарат КК «Союз», стыковочный узел, гамма-лучевой высотомер, скафандр, систему жизнеобеспечения и ряд других агрегатов корабля). Несмотря на отсутствие документации, китайские специалисты смогли использовать закупленную технику для разработки соответствующих аналогов, ставших первым шагом на пути создания собственного космического корабля «Шеньчжоу-1» («Небесная ладья»). На основе этих аналогов китайские специалисты разработали собственные технические средства, ни только не уступавшие, а порой и превосходившие по техническим характеристикам приобретенное в России. Например, китайские КК имеют орбитальный отсек, способный в течение шести месяцев после завершения пилотируемой миссии находиться в автономном космическом полете для выполнения программ научно-технических экспериментов.

Первый полет КК «Шеньчжоу-1» в беспилотном варианте, приуроченный к 50-летию КНР, состоялся в ноябре 1999 г. Корабль пробыл в кос-

мосе 21 час. Стало очевидным, что Китай близок к тому, чтобы отправить человека в космос. Это событие отложили на начало следующего тысячелетия.

Пятилетним планом КНР в области освоения космического пространства (на 2001–2005 гг.) предусматривалось: осуществить пилотируемый полет в космос; разработать новое поколение телекоммуникационных и метеорологических космических аппаратов (КА), создать новые типы носителей семейства «Великий поход», начать развертывание навигационной системы «Бейдоу», обосновать необходимость изучения Луны и других планет. Впервые было озвучено намерение Китая посадить космонавтов на поверхность Луны (ориентировочно в 2020-х гг.).

Все эти планы были реализованы. Главным достижением стал полет в космос первого китайского космонавта. До отправки человека на околоземную орбиту, были совершены еще три полета кораблей «Шеньчжоу» в беспилотных вариантах. В 2001 г. в космос отправились собака, другие животные, растения и микроорганизмы. В последующих полетах отправлялись манекены космонавтов для отработки элементов пилотируемой миссии, которая состоялась 15 октября 2003 г. Ян Ливей, пилотирующий КК «Шеньчжоу-5», стал первым тайконавтом. Он совершил 14 витков вокруг Земли, проведя на орбите 21 час 22 минуты. Китай стал третьей страной, осуществившей пилотируемый космический полет.

В 2005 г. был совершен второй пилотируемый полет с экипажем из двух космонавтов. В ходе пятнадцатичасового полета КК «Шеньчжоу-6» были испытаны системы ручного управления кораблем, проведены ресурсные испытания системы жизнеобеспечения, апробирована методика восстановления космонавтов после завершения относительно длительного космического полета.

В настоящее время лишь две страны — Россия и Китай запускают людей в космос. США на время покинули этот сектор космической деятельности.

Настоящий «звездный час» для китайской космонавтики наступил в 2006–2011 гг. Китайским специалистам удалось потеснить своих космиче-



ских конкурентов. Такие космические державы, как Япония, Индия, Иран, Израиль, Европейский Союз остались далеко позади, а Россия и США были вынуждены признать появление третьего полноправного космического игрока. Пятилетка 2006–2011 гг. сформировала образ современного «космического Китая».

### Китайская космонавтика сегодня

За последние пять лет темпы развития китайской космонавтики превысили темпы развития китайской экономики в целом. Это не удивительно, потому что космонавтика всегда находилась на острие научно-технического прогресса. Знаковыми событиями стали: первый выход китайского космонавта в открытый космос, совершенный Чжай Чжиганом 27 сентября 2008 г. (с флагом КНР в руке, он находился за бортом 25 минут), и запуск лабораторного модуля «Тяньгун-1» («Небесный дворец») с последующей его стыковкой с беспилотным кораблем «Шеньчжоу-8» осенью 2011 г. Это позволило протестировать технику маневрирования КК при сближении с космической станцией и процедуру стыковки. Тем самым была заложена основа для развертывания китайской космической станции на околоземной орбите.

В 2006–2011 гг. был произведен новый набор в отряд китайских космонавтов. Впервые в его состав вошли женщины.

В 2007 г. стартовала китайская Лунная программа. Состоялись полеты к Луне двух межпланетных станций — «Чаньэ-1» и «Чаньэ-2». Первая из них провела на окололунной орбите 16 месяцев, завершив свою миссию (сбор данных для составления подробной трехмерной карты Луны) в марте 2009 г. С помощью «Чаньэ-2» были выбраны места будущих посадок лунных зондов.

В ходе миссии «Чаньэ-2» китайские специалисты продемонстрировали инновационный подход к решению важной задачи. Завершив исследования на селеноцентрической орбите, космический аппарат не упал на поверхность Луны, а был направлен в точку либрации L2 для продолжения работы. Обращаясь по орбите высотой 100 км над поверхностью Луны, он исследует ее поверхность, выбирая место для посадки лунного зонда «Чаньэ-3», запуск которого запланирован на 2013 г. «Чаньэ-3» доставит на Луну луноход с источником энергии на радиоактивных изотопах. Отправка тайконавтов на Луну планируется в 2017 г. Их подготовка уже ведется.

Университет Цинхуа, с которым Петербургский политехнический университет связывают многолетние научные и дружеские отношения, активно участвует в Лунной программе КНР. В 2010 г. Цинхуа успешно завершил цикл работ по разработке новых технологий для беспилотных лунных модулей. Вице-председатель Школы космоса университета Цинхуа профессор Лу Джанхуа получил премию правительства за выдающийся вклад в развитие космонавтики.

В 2011 г. Китай собирался приступить к изучению Марса. На борту российской межпланетной станции «Фобос-Грунт» был установлен китайский микроспутник «Инхо-1», который должен был после прибытия станции в окрестности «красной планеты» отделиться от основного аппарата. Из-за провала миссии «Фобос-Грунт» начало китайских исследований Марса было отложено. По-видимому, эти исследования Китай будет вести самостоятельно, не полагаясь на третьи страны.

К 2011 г. Китай занял второе место в мире по интенсивности пусковой космической деятельности. За год было произведено 19 пусков ракет-носителей, из которых 18 были успешными, один — аварийным. По этому показателю Китай занял второе место в мире, опередив США и уступая лишь России.

### Навигационная система

В конце 2011 г. в тестовую эксплуатацию была введена навигационная система «Бейдоу», создание которой завершится в 2020 г. Эта система позволит получать информацию от спутников орбитальной группировки в Китае и сопредельных стран и преодолеть зависимость КНР от системы GPS, доминирующей в мире. По своим параметрам «Бейдоу» незначительно уступает американской системе GPS и российской ГЛОНАСС, но обходится потребителям существенно дешевле. При сохранении таких цен в будущем, «Бейдоу» может составить существенную конку-

ренцию другим глобальным навигационным системам. Как американский и российский аналоги, система «Бейдоу» имеет двойное назначение: для удовлетворения потребностей Народной освободительной армии Китая (НОАК), а во вторую очередь — нужд китайского народного хозяйства. Возможность коммерческого использования китайской навигационной системы стоит лишь на третьем месте, но, тем не менее, предполагает получение солидной прибыли.

В минувшие пять лет в Китае было завершено формирование национальной системы спутниковой связи. На геостационарной орбите успешно функционируют космические аппараты собственного изготовления. Удовлетворение нужд китайской армии и народного хозяйства в спутниках связи позволило китайским специалистам приступить к их реализации на внешнем рынке. Телекоммуникационные спутники китайского производства были запущены в интересах Венесуэлы, Пакистана и Нигерии. В планах запуск телекоммуникационного спутника для Лаоса.

В области метеорологии Китай в настоящий момент эксплуатирует спутники второго поколения «Фэньюнь-3А». Космический аппарат оснащен современными приборами дистанционного зондирования, в том числе, пятиканальным устройством получения мультиспектральных изображений разрешением 250 метров. Он призван сыграть важную роль в области прогнозирования климата, контроля экологической обстановки и мониторинга стихийных бедствий.

### Дистанционное зондирование Земли

Большое внимание в 2006–2011 гг. было уделено созданию спутников дистанционного зондирования Земли гражданского и военного назначения. На орбите развернута сеть таких космических аппаратов. Армия Китая имеет в своем распоряжении оптические спутники «Цзыюань» и радиолокационные «Яогань». Для прочих потребителей созданы их гражданские аналоги, разработан китайско-бразильский спутник семейства CBERS.

К спутникам дистанционного зондирования Земли относятся и океанографические спутники типа «Хайянь», а также малые космические аппараты мониторинга окружающей среды и контроля катастроф «Хуаньцин». Все эти аппараты являются составной частью единой системы наблюдения за поверхностью Земли в рамках полномасштабного строительства системы наблюдения Земли с высоким разрешением. Создание этой системы — один из 16 специальных проектов научно-технического значения, входящих в китайскую программу развития науки и техники на период с 2006 до 2020 гг.

В Китае ведутся работы и прикладного значения. Для проведения научных исследований и экспериментов используются аппараты типа «Шицзянь», регулярно выводимые на околоземную орбиту.

### Национальная оборона

Помимо данных, получаемых от навигационных, связных, метеорологических и разведывательных спутников, в Китае разработан и испытан ряд систем вооружения, которые могут быть применены в космическом пространстве. В январе 2007 г. НОАК сбита ракетой один из своих метеорологических спутников. В последние годы были проведены натурные испытания системы противоракетной обороны и противоспутниковой системы. Размещать эти системы на околоземной орбите китайское правительство не намерено, но имеет потенциальную возможность их развертывания в случае необходимости.

С расширением масштабов космической деятельности КНР развивает космическое право — нормы и правила поведения в космосе. К настоящему времени единое космическое законодательство еще не создано, но работы в этом направлении ведутся широким фронтом (регистрация космических объектов, лицензирование космической деятельности и экспорта космической продукции, борьба с космическим мусором, защита интеллектуальной собственности).

### Перспективы китайской космонавтики

Китайские планы на будущее выглядят столь же впечатляющими, как и нынешнее состояние китайской космонавтики. Они охватывают все

сферы космической деятельности: пилотируемую космонавтику, изучение Луны и планет, создание орбитальных группировок спутников различного назначения. Свое отражение эти планы нашли в программе освоения космического пространства на 2012–2016 гг., которая была одобрена (и будет профинансирована) правительством Китайской Народной Республики, а также в набросках программы на перспективу до 2030 г.

По некоторым оценкам проект изучения Луны обойдется приблизительно в 5 млрд долларов; при этом часть расходов финансируется НОАК. Затраты КНР на освоение космоса оцениваются как одни из самых больших в мире.

**В области пилотируемой космонавтики** планируется продолжить работы по созданию орбитальной космической станции. Для этого 16 июня 2012 г. был запущен космический корабль «Шеньчжоу-9» с космонавтами Цзин Хайпэнгом, Лю Ваном и первой китайкой-космонавтом Лю Ян. Спустя двое суток корабль состыковался с орбитальным модулем «Тяньгун-1». Еще один пилотируемый полет к модулю «Тяньгун-1» запланирован на конец 2013 — начало 2014 г. Вошмонно, в этой миссии примет участие и еще один КА — беспилотный «Шеньчжоу-11» или грузовой транспортный корабль, который в настоящее время разрабатывается для снабжения орбитальной станции.

В 2015–2016 гг. предполагается запуск модулей «Тяньгун-2» и «Тяньгун-3», которые, состыковавшись, позволят работать на борту экспериментальной станции экипажу из трех космонавтов. Запланированы полеты к этой «связке» пилотируемых и беспилотных грузовых и транспортных кораблей.

К 2020 г. Китай намерен завершить создание орбитальной станции. Предполагается, что к этому времени появится возможность обеспечить регулярную смену китайских экипажей на ее борту. Не исключено, что к тому моменту китайская станция станет единственной внеземной базой, обеспечивающей постоянное присутствие человека в космосе. По имеющимся планам к 2020 г. Международная космическая станция (МКС), решающая аналогичную задачу, должна быть сведена с орбиты. В проекте МКС помимо России и США участвует еще 21 страна (КНР не участвует). Таким образом, Китай в одиночку пытается делать то, что 23 технологически развитые страны делают совместно.

В перспективе предполагается создать и другие пилотируемые космические системы, в том числе и многооразовые. Они будут значительно больше по размеру, чем корабли серии «Шеньчжоу», обладать большими функциональными возможностями, чтобы обеспечить решение задач, намеченных Китаем на 2020–2030-е гг. Пока новые пилотируемые корабли существуют только в набросках.

### Межпланетные полеты

В области межпланетных полетов Китай пока имеет только трехэтапную программу лунных исследований, первый этап которой был завершён в ходе полета станции «Чаньэ-2». Второй этап лунной программы Китай намерен выполнить в 2012–2016 гг. Планируется отработать технологию мягкой посадки космического аппарата на поверхность Луны, разработать типовую платформу для доставки на лунную поверхность различного оборудования, создать мобильные средства для движения по поверхности Луны.

Центральным событием второго этапа должна стать доставка лунохода на лунную поверхность. Предполагается, что он пройдет по поверхности около 10 км и будет изучать строение грунта, камней и следов лунной атмосферы. В рамках второго этапа предполагается осуществить две три мягкие посадки с целью сбора данных для создания научной станции на поверхности Луны.

На 2017–2020 гг. намечено выполнение третьего этапа Лунной программы. Запланирована установка на посадочный модуль бурового оборудования, которое позволит взять образцы грунта с разной глубины и с помощью миниатюрного возвращаемого аппарата доставить их на Землю. Общий вес образцов будет около 1 кг.

Этот шаг китайские специалисты считают крайне важным для выбора будущего места размещения лунной базы, создание которой возможно в конце 2020-х гг. При этом планируется решать не только научные задачи по изучению Луны и окололунного пространства, но и прак-

тические задачи по эксплуатации лунных недр. В частности, китайских специалистов интересуют залежи воды в виде льда в подповерхностном слое лунного грунта, месторождения железа, возможность добычи на Луне гелия-3, используемого в качестве термоядерного топлива (как отдаленная перспектива).

Об отправке космонавтов на Луну в настоящее время речь не идет, хотя разработка обоснования совершения такой миссии на ближайшую пятилетку запланирована. Решение о пилотируемых лунных экспедициях, вероятно, будет принято по результатам второго этапа программы. В случае положительного исхода, полет китайских космонавтов на Луну может состояться до 2020 г., а начало строительства добывающих промышленных модулей на Луне произойдет в 2025 г.

Исследование Луны — лишь первый шаг Китая по освоению дальнего космоса. В планах более масштабные проекты по изучению Марса, Солнца, планет и других небесных тел Солнечной системы. Четкие планы пока существуют только в отношении Марса. В ближайшее десятилетие к «красной планете» должен стартовать китайский зонд. В отношении других «потенциальных» целей существует только задача разработки обоснования необходимости их изучения. Однако логика развития китайской космонавтики позволяет говорить, что в 2020-х гг. Китай запустит ряд КА для исследования и других объектов.

В ближайшие пять лет запланировано поддержание и расширение орбитальных группировок навигационных, телекоммуникационных, метеорологических и зондирующих спутников. Например, навигационная система «Бейдоу» должна быть развернута в полном объеме, а ее коммерческая составляющая к 2015 г. должна принести прибыль в размере 225 млрд юаней (около 25 млрд долларов).

Большое внимание предполагается уделить разработке новых метеоспутников. Утвержден проект спутников «Фэньюнь» («Ветер и облако») третьего поколения. Первый космический аппарат данного типа должен быть запущен в 2013 г. Всего до 2020 г. планируется запустить 12 аппаратов второго поколения и шесть — третьего. По замыслу китайских конструкторов, это позволит удовлетворить национальные нужды, а также распространять метеоданные на коммерческой основе. Китайские специалисты утверждают, что ряд функций, которыми снабжена система «Фэньюнь-3», недоступны американским и европейским системам подобного типа.

Прогнозируется активное вторжение китайских спутниковых технологий на рынки третьих стран. Предполагается, что самым большим спросом будет пользоваться наземное оборудование, а также спутники связи и дистанционного зондирования Земли.

Для решения задач прикладного характера Китай намерен сохранить достигнутую к 2011 г. интенсивность космических запусков. В период 2012–2016 гг. запланирован запуск 100 ракет космического назначения, в том числе в 2012 г. должны запустить 21 ракету.

Для обеспечения интенсивной пусковой деятельности в КНР запланирована разработка новых ракет-носителей — «Великий поход-5», «Великий поход-6» и «Великий поход-7». По сравнению с ныне эксплуатируемыми ракетами они будут обладать большей грузоподъемностью, использовать более совершенные двигатели, системы управления полетом и другие служебные системы.

Для обеспечения нужд китайской космонавтики в КНР используются три центра запуска спутников: Тайюань, Сичан и Цзюцюань. Расширение перечня задач потребовало создания еще одной стартовой площадки на острове Хайнань на юге страны. Функционирование нового космодрома должно начаться в ближайшее время. С него будут стартовать носители, предназначенные для вывода грузов на геостационарную орбиту.

Учитывая, что предыдущие космические планы Китая были воплощены в жизнь, можно надеяться, что и очередные программы будут столь же успешно реализованы.

**Литература.** 1. У истоков космической эры // Под ред. Ю. С. Васильева — СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2011. 2. Салахутдинов Г. М. Космонавтика в Китае // Г. М. Салахутдинов, Т. Н. Желнина // Земля и Вселенная, — 1989. № 6. 3. Борзенко В. Космонавтика Китая // В. Борзенко // Аэрокосмическое обозрение. — 2003, № 1. 4. Белая книга «Деятельность Китая в космосе в 2011 году» (China, s Space Activities in 2011) // China-press, 2011.





А.А. Просвирнов

# Теория Видом-Ларсена и ультра холодные нейтроны

Одной из теоретических гипотез, объясняющих процессы в реакторе А. Росси-Фокарди [1],[2], является теория Видом-Ларсена (Widom-Larsen theory) [3],[4]. Вкратце суть ее сводится к 4 шагам (см. рис. 1).

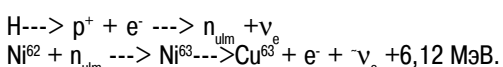
На первом шаге в электромагнитном поле высокой интенсивности или за счет радиационного излучения получают так называемые тяжелые SPP-электроны (SPP = surface plasmon polariton). И здесь не последнюю роль играет нанопорошок, например, никеля или палладия, позволяющий максимизировать площадь активной поверхности. Примечательно, что когда Арату спросили, почему у других не получается повторить его опыт, он ответил, что вы не умеете готовить порошок. За кадром остается, что имел в виду Арат, размер зерен или дополнительную активацию поверхности зерен нанопорошка каким-то катализатором. А. Росси утверждает, что он использует секретный катализатор для инициирования реакции в своем аппарате. В исследовании плазменных технологий в последнее время достигнуты колоссальные успехи. Например, «в 2009 году группе американских физиков, в которую входят несколько выходцев из бывшего СССР, удалось впервые продемонстрировать работающий спазер - наноустройство, которое может использоваться, например, как сверхминиатюрный лазер» (<http://lenta.ru/news/2009/08/17/nano>).

На втором шаге происходит захват «тяжелого» SPP-электрона протоном с образованием ультра холодного или ультра-медленного нейтрона и электронного нейтрино.

На третьем шаге происходит захват ультра-медленного нейтрона ядром металла в кристаллической решетке с образованием стабильного или нестабильного изотопа. Ультра-холодный нейтрон захватывается ближайшим ядром, инициируя цепочку ядерных превращений, начиная с образования нестабильного изотопа. Незахваченные свободные нейтроны распадаются с периодом полураспада около 613,9 секунд на протон, электрон и антинейтрино с выделением 0.784 МэВ энергии.

На четвертом шаге нестабильное ядро распадается с выделением электрона, антинейтрино и энергии.

В Ni-H процессе никель превращается в основном в медь. Аппарат А. Росси E-CAT построен на Ni-H процессе, в котором Андреа Росси за счет секретного катализатора или других ухищрений достиг скорости реакции, позволяющей получить несколько кВт/кг. Один из этих процессов, по модели Видома-Ларсена выглядит следующим образом:



На рис. 2 [6] представлено сравнение скоростей реакции в зависимости от атомного веса элемента, полученных в эксперименте и расчетом по модели Видом-Ларсена. Как видно из графика, для никеля имеется характерный резонансный пик скорости реакции.

Для того, чтобы в одном устройстве интегрировать все условия модели Видома-Ларсена необходимы специалисты как минимум двух направлений: специалистов в области плазмонов [7] (волн электронной плотности, которые возникают в твердых телах или вблизи их поверхности в результате коллективных колебаний электронов проводимости относительно ионов) и специалистов, исследующих поведение ультра холодных нейтронов.

Почему не фиксируются нейтронные потоки при LENR реакциях? По всей видимости, из-за их

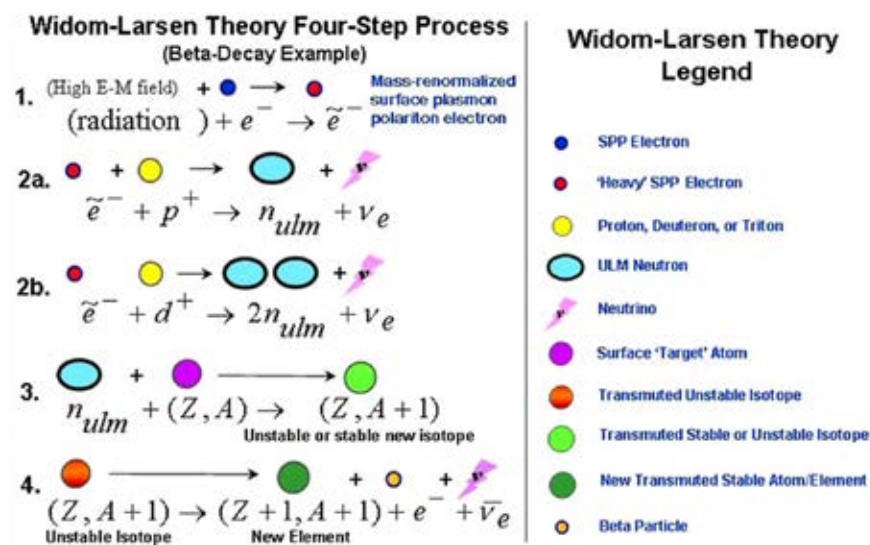


Рис. 1. Четыре шага в теории Видом-Ларсена (из [3])

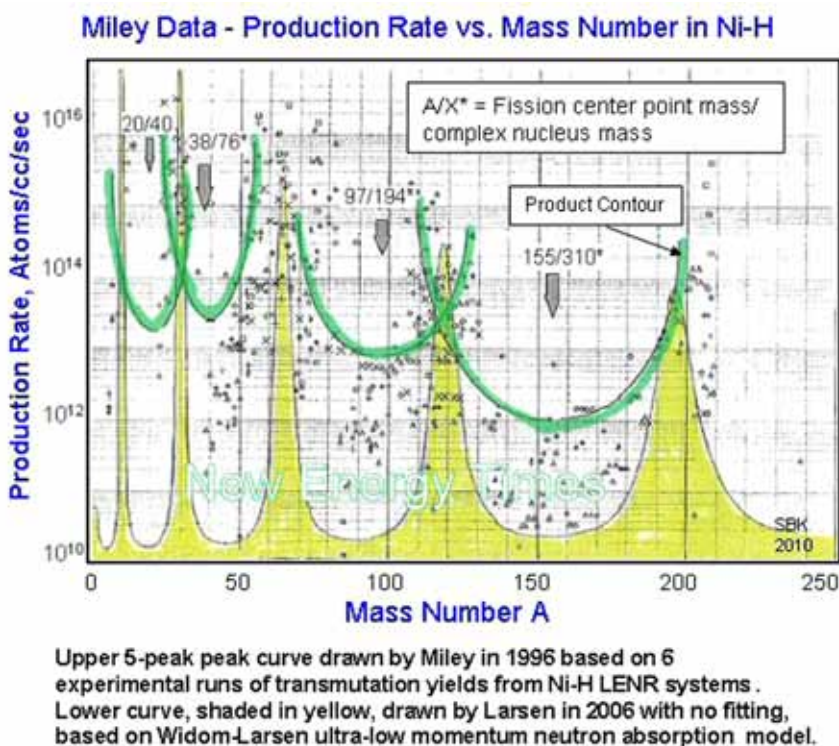


Рис. 2 Сравнение экспериментальных данных по скорости реакции Ni-H LENR системы с расчетом по модели Видом-Ларсена [6]

крайне низкой энергии нейтроны не успевают покинуть кристаллическую решетку или объем реактора и либо захватываются ядром металла решетки, либо распадаются, не успев покинуть решетку.

Сами по себе ультра холодные нейтроны, участвующие в реакции Ni-H, представляют из себя очень занятные объекты. Первый эксперимент по выводу ультра холодных нейтронов из реактора был осуществлен в 1968 г. в ОИЯИ (Объединенный институт ядерных исследований, Дубна) Ф.Л.Шапиро с сотрудниками. Первоначально ставилась цель использовать ультра холодные нейтроны для поиска электрического дипольного момента нейтрона. [5] За рубежом ультра холодные нейтроны были выделены годом позже.

Как пишут авторы обзора [5], ультра холодные нейтроны обладают двумя качествами: представляют собой идеальный инструмент для исследования различных веществ, получше рентгеновских и гамма-лучей, и обладают «возможностью их транспортировки на большие расстояния по нейтроноводам. Это позволяет на одном холодном источнике использовать одновременно до нескольких десятков первоклассных нейтронных спектрометров. Так на реакторе Института Лауэ-Ланжевена на одном холодном источнике имеется два нейтроноводных зала и около со-

рока одновременно работающих приборов.» [5]

Вот цитата из работы [5] с описанием замечательных свойств ультрахолодного нейтрона: «Как элементарная частица, имеющая определенную массу, нейтрон обладает одновременно и волновыми свойствами, т.е. может дифрагировать на атомах, из которых состоит изучаемое вещество (аналогично дифракции света на оптических решетках). Если вы хотите увидеть объект, вы должны его осветить. Если вы хотите рассмотреть детали объекта, вы должны его осветить «светом» с длиной волны, равной или меньшей расстояния между интересующими вас деталями объекта. Для большинства твердых тел (или конденсированных сред) такие интересующие физиков детали (например, узлы кристаллической решетки) расположены на расстоянии нескольких ангстрем ( $10^{-8}$  см) друг от друга. Это означает, что для изучения структуры твердых тел нужен «свет» (излучение) с длиной волны порядка ангстрем. Такой «свет» существует. Это – рентгеновские и гамма-лучи, а также пучки элементарных частиц, например, нейтронов. Соответствие между энергией нейтрона  $E (E=mv^2/2)$  и его дебройлевской длиной волны  $\lambda (\lambda=h/mv)$  показано на рисунке 3 (здесь  $m$  – масса,  $v$  – скорость нейтрона,  $h$  – постоянная Планка). Современные источники

нейтронов – ядерные реакторы – дают тепловые нейтроны широкого диапазона энергий с максимумом в области 0,06 эВ. Соответствующая этой энергии дебройлевская длина волны нейтронов ( $\sim 1 \text{ \AA}$ ) соизмерима с величиной межатомных расстояний в молекулах и кристаллах, на этом основан метод структурной нейтронографии.

Соизмеримость же энергии тепловых нейтронов с энергией тепловых колебаний атомов и молекулярных групп, а также магнитных возбуждений в кристаллах и жидкостях обеспечивает оптимальное использование неупругого рассеяния нейтронов для их изучения 3 методами нейтронной спектроскопии. Для исследования структур с размерами 10 Å (1 нанометр) и более необходимо дальнейшее понижение энергии (охлаждение) нейтронов. Структурная нейтронография – один из основных современных методов структурного анализа вещества (вместе с рентгеновским структурным анализом и электронографией). Геометрическая теория дифракции всех трех видов излучений – рентгеновских лучей, электронов, нейтронов – одинакова, но физическая природа взаимодействия их с веществом различна, что определяет специфику и области применения каждого из методов.»

Особенностью анализа на ультра холодных нейтронах является возможность исследовать структуру любых веществ вне зависимости от их атомного веса и плотности. Один только перечень областей использования ультра холодных нейтронов может занять не одну страницу, желающие могут ознакомиться в работе [5].

При значительном понижении энергии нейтронов их дебройлевская длина волны начинает значительно превышать размеры атомов, становится сравнимой с размерами гигантских молекулярных образований и наноструктур, а следовательно, возникает возможность проводить структурные исследования сложнейших образований, начиная от биологических соединений до наночастиц. Ни один другой метод не позволяет определить водород в кристаллической решетке. По мнению авторов работы [5]: «Нейтроннографическое же определение положения атомов водорода не сложнее, чем большинства других элементов». Для исследования процессов наводораживания решетки никеля и происходящих в них ядерных реакций преобразования никеля в медь наверняка нельзя найти лучше метод, чем анализ ультра холодными нейтронами.

Признанным лидером в нейтронном анализе в стране является Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова (ПИЯФ), <http://nrd.npi.spb.ru/>. В 2004 г. на одном из лучших реакторов в Международном институте Лауэ-Ланжевена (ИЛЛ), (г. Гренобль, Франция) с плотностью потока  $\sim 10^{15}$  н/см<sup>2</sup>сек. на ловушке ультрахолодных нейтронов, созданной учеными ПИЯФ и ОИЯИ, российские ученые провели измерение жизни нейтрона с рекордной точностью, и оказалось, что нейтрон живет на 7,2 с меньше, чем считалось до этих пор. Ранее, время жизни свободного нейтрона составляло  $885,7 \pm 0,8$  с (что соответствует периоду полураспада  $613,9 \pm 0,6$  с). Авторы обзора [5] считают, что «новый результат оказался очень важным как для физики элементарных частиц, так для астрофизики и космологии. Он устранил существовавшее противоречие экспериментальных данных со Стандартной моделью. Во-вторых, он уменьшил рассчитываемую распространенность гелия во Вселенной, приблизив ее к наблюдаемой величине. Наконец, новое время жизни нейтрона, использованное в модели Большого Взрыва, увеличило расчетную величину барионной симметрии.»



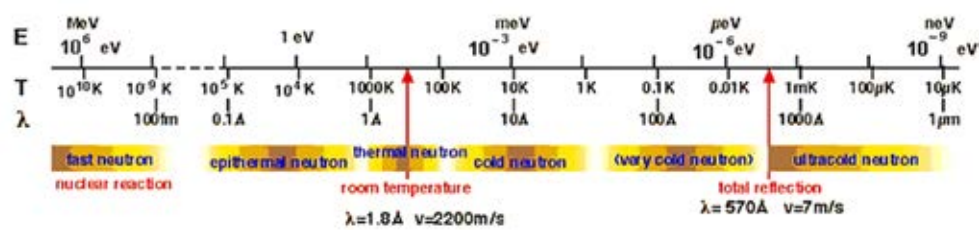


Рис. 3. Соответствие между энергией нейтрона  $E$  ( $E=mv^2/2$ ) и его дебройлевской длиной волны  $\lambda$  ( $\lambda=h/mv$ ) [5]

Еще одним интересным результатом являются работы по измерению постоянного электрического дипольного момента (ЭДМ) у нейтрона. Впечатляет точность экспериментального оборудования, которая достигнута в поиске ЭДМ. Авторы [5] образно выразили ее следующим образом: «Если увеличить размер нейтрона до размеров Земли, то теперешняя точность эксперимента эквивалентна поиску смещения между средними положениями

положительного и отрицательного электрических зарядов, на уровне нескольких микрон (меньше одной десятой толщины человеческого волоса) в ее центре.» По мнению авторов [5]: «Увеличение точности измерений в нейтронной физике позволяет получать результаты, которые вполне сопоставимы по важности с результатами, получаемыми на дорогостоящих суперколлайдерах, и могут существенно их дополнять. Обнаружение

ЭДМ нейтрона свидетельствовало бы, в частности, о наличии новых тяжелых элементарных частиц.» Кстати, в опытах энтузиастов низкоэнергетических ядерных реакций, например, А.Б. Карбут и И.Б. Савватимовой на установках тлеющего разряда в г. Подольске, Д.С. Баранова на своей установке в г. Протвино (в настоящее время ИВТАН), С.В. Адаменко в лаборатории «Протон-21» в Киеве, Л.И. Урцукоева и т.д., получаются результаты, которые подтверждают рождение подобных частиц, неизвестных науке на сегодня. [2]

Снимаю шляпу перед успехами ученых ПИЯФ, но все же хотелось заметить, что всем, конечно, интересно доказательство Стандартной модели, но, господа корифеи ПИЯФ, не слабо ли вам с вашими супер прецизионными приборами доказать или опровергнуть теорию Видом-Ларсена, в конце концов, разгадать загадку реактора Росси-Фокарди и вскрыть реальный механизм реакции превращения никеля в медь? Кому, как не вам

под силу такая задача? А ведь ее решение сулит энергетике громадные перспективы, которые пока еще никем не осознаны.

**Литература.** 1. Александр Просвиринов, «Состоится ли «Атомный проект – 2»?», «Атомная стратегия», 2012г., <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=3736>. 2. Александр Просвиринов, «Исходные предпосылки формулировки глобальных задач», «Атомная стратегия», 06.02.2013, <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&id=4305>. 3. Steven B. Krivit, «The Big Picture of Low-Energy Nuclear Reaction Research», American Nuclear Society – Winter 2012, San Diego, CA, November 14, 2012, <http://newenergytimes.com/v2/conferences/2012/ANS2012W/2012Krivit-ANS-LENR.pdf>. 4. A. Widom, L. Larsen, «Ultra Low Momentum Neutron Catalyzed Nuclear Reactions on Metallic Hydride Surfaces», Physics Department, Northeastern University, 110 Forsyth Street, Boston MA 02115 Lattice Energy LLC, 175 North Harbor Drive, Chicago IL 60601. 5. В.Ф. Ежов, В.В. Федоров, «Для чего нужны нейтроны», ПИЯФ РАН, [http://nrgd.rnpi.spb.ru/pdf/booklet\\_2007\\_05\\_28.pdf](http://nrgd.rnpi.spb.ru/pdf/booklet_2007_05_28.pdf). 6. Теория E-Cat (<http://ecat.com/ecat-technology/ecat-science>). 7. В. А. Волков, «Плазмоны и магнитолазмоны: объемные, поверхностные, двумерные и краевые; влияние на отклик полупроводниковых структур в гига- и терагерцовом диапазоне», Институт радиотехники и электроники РАН, Москва, Россия, <http://www.ioffe.ru/LNEPS/winter/handouts2005/volkov.pdf>.

# Резервные дизель-генераторные установки российского производства для АЭС



**В.А. Рыжов,** главный конструктор ОАО «Коломенский завод». Заслуженный конструктор Российской Федерации, лауреат Государственной премии, к.т.н.



**В.В. Калининский,** заместитель главного конструктора ОАО «Коломенский завод», к.т.н.

Коломенский завод (ныне ОАО «Коломенский завод») начал производство дизельных двигателей в 1903 году сначала по лицензии Нобеля, затем MAN, но уже в 30-е годы прошлого века полностью перешел на производство дизелей собственной конструкции.

За 110 лет создана мощная конструкторская школа, получившая международное признание, в связи с чем ОАО «Коломенский завод» принят в качестве постоянного члена президиума международного конгресса дизелестроителей CIMAC.

В общей сложности в области конструирования дизельных двигателей запатентовано более 350 новых технических решений, опубликовано около 1000 научных трудов, получено несколько Государственных премий. В 2011 году за создание главной силовой установки класса «Корвет» мощностью 17647 кВт (24000 л.с.) Коломенскому заводу присуждена премия правительства Российской Федерации.

Коломенские дизельные двигатели эксплуатируются в 38 странах мира. Их область применения: локомотивы, корабли и подводные лодки ВМФ, электростанции для малой энергетики и АЭС. Агрегатная мощность двигателей 800–4412 кВт (1000–6000 л.с.).

Работы по созданию резервных ДГУ для АЭС начались в 2001 году, когда появилась необходимость поставки резервных дизель-генераторных установок для АЭС «Бушер» в Иране. Используя научно-техническую и производственную базу ОАО «Коломенский завод» разработал, изготовил и поставил в 2003 году для АЭС «Бушер» резервные дизель-генераторные установки мощностью 6200 кВт 2-го класса безопасности на базе спаренной установки из двух 16-ти цилиндровых дизель-генераторов.

Это новое оригинальное техническое решение реализовано за два года, включая получение всех необходимых разрешений и лицензий, как российских, так и Иранских надзорных органов, разработку и согласование документации, изготовление четырех резервных дизель-генераторных установок, которые прошли сложный цикл испытаний.

Дизелей, способных развить 6200 кВт в одном агрегате в программе завода тогда не было, поэтому было принято решение создать агрегат из спаренных дизель-генераторов, которые пускались одновременно с синхронизацией еще на стадии разгона. Соединение генераторов осуществлялось с помощью электрических уравнивающих связей. Такая схема управления стала возможной с применением электронных цифровых регуляторов частоты вращения. Дизель-генераторные установ-

ки уверенно за 11–12 с пускались и принимали нагрузку, причем время переходного процесса не превышало 5 с даже при отключенной системе повышения приемистости.

В настоящее время все оборудование поставлено на АЭС и находится в эксплуатации.

В 2011 году Правительством России была принята Федеральная целевая программа (ФЦП) по развитию дизелестроения России, в рамках которой поставлена задача создания резервных дизель-генераторных установок для АЭС мощностью более 3000 кВт.

В рамках ФЦП ОАО «Коломенский завод» разработал и приступил к изготовлению ДГУ номинальной мощностью 6300 кВт. Специалисты завода приступили к работе, имея опыт конструирования, изготовления и поставки резервных ДГУ для АЭС в Бушере и Белоярской АЭС, а также для других потребителей, включая корабли с ядерными энергетическими установками и специальные объекты МО РФ номинальной мощностью от 1700 до 6200 кВт. Фото дизеля для Белоярской АЭС представлено на фото 1.

Размерность нового дизельного двигателя ЧН26,5/31 выбрана с расчетом развертывания нового типоразмерного ряда с диапазоном мощности 3000–7500 кВт, что при высокой степени унификации позволит обеспечить среднеоборотными двигателями такие стратегические отрасли как железнодорожный транспорт, военно-морской флот и атомная энергетика.

По своим технико-экономическим и экологическим параметрам этот двигатель будет соответствовать самым высоким требованиям на ближайшие 20–30 лет.

С целью отработки рабочего процесса и базовых деталей заводом разработана и запущена в эксплуатацию одноцилиндровая экспериментальная установка (фото 2).

В настоящее время конструкторские и технологические подразделения завода активно разрабатывают конструкторскую и технологическую документацию для подготовки серийного производства дизель-генераторов, предназначенных для обеспечения требований, правил и норм, применяемых в атомном машиностроении, которые смогут обеспечить электроэнергией каналы безопасности типовых энергоблоков АЭС 2006 и ВВЭР-ТОИ.

Макетный образец нового дизель-генератора для АЭС представлен на фото 3. Дизель-генератор сконструирован на основе современных достижений в области организации рабочего процесса и технологий, применяемых в дизелестроении.



Фото 1. Дизель мощностью 4000 кВт для Белоярской АЭС перед отправкой на станцию



Фото 2. Исследовательский двигатель 1ЧН20,5/31



Фото 3. Макет дизель-генератора мощностью 6300 кВт

Дизель имеет размерность 20ЧН26,5/31, номинальная мощность 6300 кВт, при частоте тока 50 Гц, с возможностью обеспечения перегрузки максимальной мощностью 6930 кВт в течение 2 часов. Время пуска менее

15 с. В проекте предусмотрены модификации с напряжением как 6300 В так и 10500 В.

В целях повышения экологических показателей предусмотрены варианты с водо-водяным и водо-воздушным охлаждением. Водо-воздушное исполнение позволит отказаться от использования природных водоемов для охлаждения оборудования ДГУ.

Конструкция ДГУ состоит из дизеля и генератора, устанавливаемых на фундамент отдельно, что позволяет облегчить монтажные работы на объекте, а также снизить требования к используемому крановому оборудованию во время эксплуатации. Удельная масса двигателя составляет 5 кг/кВт.

Системы, обеспечивающие работу ДГУ, разработаны с учетом требований РД ЭО 0052 и в полной мере отвечают требованиям надежности к обеспечивающим системам АЭС за счет дублирования отдельных элементов и применения высококачественных комплектующих.

В объем поставки включено оборудование систем, обеспечивающих работоспособность ДГУ в режимах «Держание», «Работа» и «Опробывание».

Система автоматизации двухканальная. Один канал релейной автоматики т.н. «канал «жесткой» логики», а второй канал цифрового управления. В режиме «штатного пуска» работают оба канала независимо и одновременно.

В настоящее время ОАО «Коломенский завод» является единственным в РФ предприятием, разрабатывающим и изготавливающим среднеоборотные дизельные двигатели с характеристиками, позволяющими использовать их на АЭС. Завод имеет полный комплект лицензий, сертификатов и Разрешений, необходимых для реализации заявленной деятельности.

ОАО «Коломенский завод» – это российское предприятие полного производственного цикла от разработки и изготовления до последующего технического сопровождения продукции во время всего жизненного цикла продукции, имеющее все необходимые лицензии и разрешения, действующую систему менеджмента качества и ПОК АС, опыт разработки и изготовления ДГУ для АЭС и аналогичных объектов.

Двигатели ОАО «Коломенский завод» позволяют использовать масла и топлива отечественного производства.

Все виды испытаний ДГУ выполняются заводом в полном комплекте, поставляемого оборудования с имитацией всех эксплуатационных режимов.



КОЛОМЕНСКИЙ ЗАВОД



ТРАНСМАШХОЛДИНГ

ОАО «Коломенский завод»  
140408, Московская обл., г. Коломна,  
ул. Партизан, д.42  
тел.: +7 (496) 613-89-80 (справ.)  
+7 (496) 613-89-44 (маркетинг и сбыт)  
факс: +7 (496) 613-80-66  
e-mail: kz@kolomzavod.ru  
www.kolomnadiesel.com

ЗАО «Трансмашхолдинг»  
127055, ул. Бутырский Вал, д.26, стр.1  
тел./факс: +7 (495) 660-89-50  
e-mail: info@tmholding.ru  
www: tmholding.ru





Карл Рендель

# Ими гордится ЛАЭС

Книга посвящена 40-летию Ленинградской атомной электростанции

Продолжаем публикацию книги Карла Александровича Ренделя «Ими гордится ЛАЭС» (начало в №74, 75, 76 за январь, февраль, март 2013 г.).

**Автор, в качестве журналиста много лет общался с отцами-основателями атомной отрасли, производственниками, учеными, политиками, и сохранил живые воспоминания о событиях тех лет и людях – творцах этих событий.**

## Радость на всех одна

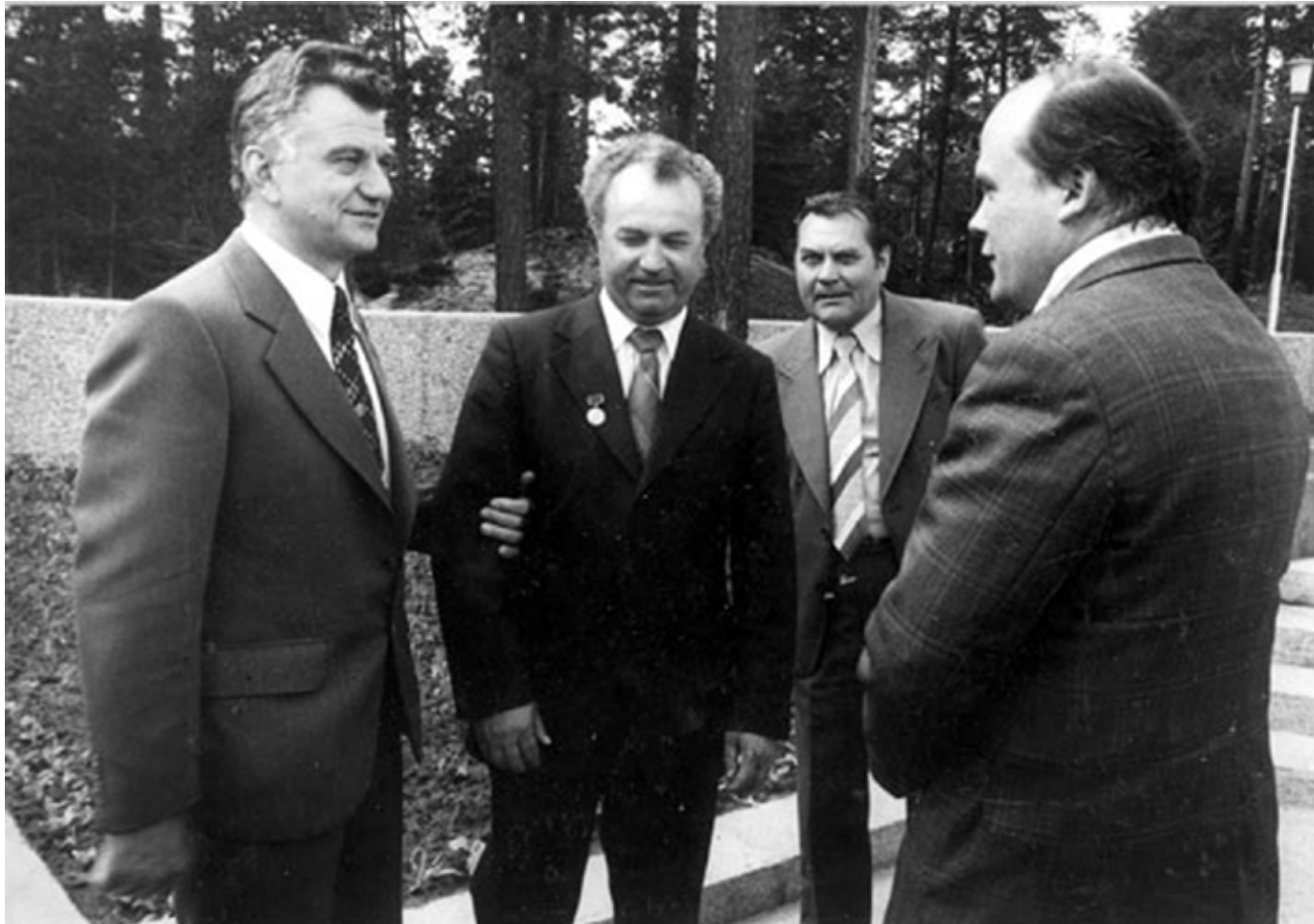
И, наконец, радость! Первый энергоблок вышел на полную проектную мощность. Пусть не сразу, но вышел! И доказал, что может не только миллион киловатт-часов вырабатывать за 60 минут, но и побольше.

...Люди шли по украшенным кумачом улицам Соснового Бора, и их лица светились улыбками. Шли строители и монтажники, шли те, кто проектировал и осваивал первую очередь ЛАЭС; кто налаживал уникальное оборудование и кто готовил для них обеды, утюжил накрахмаленные белоснежные комбинезоны... Они шагали рядом, и радость у всех была одна – радость свершения дела, которому служишь.

Первенец в семье реакторов-гигантов – в строю!

Обычно не падкий на речи, на сей раз Валентин Павлович был словоохотлив, когда к нему обращались журналисты:

– Да, вы понимаете, что сделано?! Что мы сотворили?! Родилась большая ядерная энергетика, а вместе с ней и ее новое направление – каналные реакторы. Они способны дать столько электроэнергии, что ее хватит всем питерским предприятиям и всему населению Ленинграда, да останется еще, чтобы и другим помочь. И, поймите, Бога ради, раз и навсегда, мы развиваем атомную энергетiku вовсе не потому, что нам грозит топливный кризис. Нам еще надолго хватит запасов органического топлива и есть у нас гигантские гидроресурсы. Однако значительная часть их находится, сами знаете, за Уралом, в Средней Азии. А на долю Европейской части Союза приходится почти три четверти всего потребления электричества. Не возить же нам за тридевять земель уголь и нефть, когда можно без особых помех на самом Северо-Западе иметь достаточное количество электроэнергии. И, поверьте



Н.Ф. Луконин - второй слева

мне, скоро мы научимся строить атомные станции еще помощнее, чем Ленинградская!

Муравьев, как в воду смотрел! Авторы проекта предусмотрели для Игналинской АЭС РБМК, что задумали возвести на границе трех республик – России, Литвы и Белоруссии, но уже агрегаты в полтора раза сильнее – на 1500 мегаватт.

...Поехали мы как-то с Валентином Павловичем в Волхов. Зашли на гидроэлектростанцию, походили, поглядели на их турбины, щит управления. И Муравьев не удержался:

– Вот он, первенец ГОЭЛРО! Но, вряд ли его создатель инженер Графтио думал когда-нибудь, что на той же ленинградской земле встанет электростанция, которая способна за год выдать без малого 30 миллиардов киловатт-часов. Столько прежде вся Россия не производила... А вся энергомощь того края, куда мы передислоцировали во время войны нашу оборонную промышленность (вы удивитесь сейчас!) составляла 1 миллион 200 тысяч киловатт. Это работы одному нашему блоку на 80 минут!

Нежно, как мать своего первенца, погладил рукой кожух турбины и... отвернулся в сторону.

За пуск первой очереди наград не пожалели. Но Героя Муравьеву вновь не досталось. Ограничились орденом. А кавалером Золотой Звезды стал оператор реакторного цеха, который не думал-не гадал, что когда-нибудь ему привалит такое счастье. Да и не было у него особых заслуг. Но времена были такие: коли «лимит» дали на Золотую Звезду для ЛАЭС, в другие руки отдавать уже нельзя. Надо на этом же предприятии ее вручить.

Муравьев и виду не подал, что расстроился.

– Не в регалиях счастье, – говорил он. – Главное, мы свое дело сделали. А теперь и за вторую очередь возьмемся.

## «Устал я... Пора молодым место уступать...»

Для всех было неожиданностью, когда он решил оставить свой пост директора, уступить бразды правления другим. Причем, уступил добровольно. Никаких «ЧП» за ним не числилось, и не возраст был помехой. Отношения в Минсредмаше или с местными властями были вполне хорошие. Просто пришел однажды к Славскому, руководившему тогда ядерной индустрией, и сказал те слова, что никак не мог ожидать Ефим Павлович:

– Прошу отпустить с директорского поста. Нужен там человек помоложе, и в знаниях поднаторевший поболее меня...

– Ну это, брат Валентин Павлович, ты на себя напраслину-то не напускай! И года тебе позволяют командовать парадом, и голова светлая...



В.И. Лебедев вручает цветы Н.Ф. Луконину во время его посещения ЛАЭС



— Ефим Павлович, не уговаривай без пользы. Ты мой характер знаешь, если решил, так и буду на своем стоять. Я, кстати, и «запасной аэродром» себе подобрал.

— Это какой же, изволь спросить?

— Замок директора буду по строительству второй очереди ЛАЭС. В самый раз мне такая работа! И новому директору легче будет. Пусть больше основным производством занимается, а я уж оба последних блока до ума доведу.

— Но уж в этом я не сомневаюсь! Не впервые тебе таким делом заниматься. Сколько годком мы друг дружку знаем?

— Много, — улыбнулся Муравьев. — С самого начала войны, когда мы с тобой на Южный Урал свезли остатки своих заводов.

— И кого же предлагаешь на свое место?

— Честно говоря, предпочел бы Еперина Анатолия Павловича, своего главного инженера. Умница! Технарз от Бога! Я у него, как за каменной стеной был. Что ни доверишь, все сделает, все совершит. Но у тебя, небось, своя кандидатура найдется?

— Да за этим дело не станет. Помнишь Луконина по Красноярску-26?

— Как не помнить! Вместе Ленинскую премию получали. Толковый мужик. Вполне подходит.

— Стало быть, если продумал свое решение, давай так и поступи: Луконина на твое место, благо у него в подчинении немало будет сибиряков, что и прежде работали с ним. А ты возьмешься за ускоренное строительство второй очереди.

Муравьев улыбнулся.

— Ускоренное, значит? А до этого, выходит, мы с прохладцей работали?

— Ты к словам не придирайся! Нас со всех сторон теребят: и правительство, и обком, и потребители: давайте побыстрее свои киловатт-часы, нам электричество позарез нужно — и новые заводы открывать, и в сельское хозяйство электрификацию внедрять. А сколько энергии Прибалтике нужно? Калининграду? Мы, кстати, там, наверно, новую станцию построим, еще помощнее, чем твоя, Ленинградская, — 4 блока возведем по полтора миллиона киловатт. Представляешь такую махину?

— Представляю. Ее энергии не только Прибалтике хватит с лихвой, но можно и в Белоруссию подать, еще и для Польши останется.

\* \* \*

И ведь настоял Муравьев на своем. В 1976 году это было.

Двенадцать лет спустя не стало первого директора ЛАЭС. Проводить его в последний путь пришли тысячи людей. Кто же не знал «Муравья»? Кто не любил его, не уважал? Не ценил? Сколько людей было обязано ему своим благодеянием, продвижением по службе, просто за то, что их улица стала краше и ее теперь не узнать, потому что на том настоял Валентин Павлович. Подкосила, конечно, его преждевременная кончина Надежды Павловны. По себе знаю, что такое мужику остаться вдовцом, осиротеть. У молодых свои семьи, свои заботы и интересы. А старики остаются наедине со своими воспоминаниями о былой молодости, о том, что прошло и не вернется никогда.

Несправедливо все-таки устроен мир. Такие люди, как Муравьев, уходят, а немало никчемных, от которых и пользы-то нет никакой, топчут землю, пользуются ее благами и редко вспоминают тех, кто одарил их этими благами...

Остается память. Светлая память о человеке, который всего себя отдал во имя счастья других. Он не ходил в атаку, не вступал с врагом врукопашную, не сражался с захватчиками под Москвой или Сталинградом, на Курской дуге или в болотах Белоруссии. Но это и ему, и всем, кто дал нам надежный ядерный щит, обязаны мы тем, что не знаем новой войны. И тем, что имеем немало живительной энергии, чтобы в полную мощь трудились наши заводы, фабрики, комбинаты, а в домах было светло и тепло. Не пройдите мимо дома, где жил этот человек! Положите к его мемориальной доске букетик или пусть даже крохотный цветок в память о нем, нашем дорогом и светлом человеке!

## Симфония патриарха

### Если б снова начать...

...Еперин выбрал опять бесконечные хлопоты эти. Он просто не способен жить без дела, которому служит вот уже больше полувека.

— Веришь, — говорил он мне, — жил на Алтае, в Барнауле, никогда в глаза моря не видел, а мечтал стать моряком. И ни о какой другой профессии и в мыслях не было! Отец мой был пинокатом, мужиком сильным, деловитым и хозяйственным. Умел, конечно, не только пимы валять! На войне даже политруком был! Хотел отец, чтобы сынок не где-то там кочевал по морям-океанам, а поближе к родной земле был. Но навязывать свое мнение мне не старался. Знал характер сына: делает все по-своему. Потому и не перечил, когда я объявил, что поеду учиться в Томск.

В сороковые годы прошлого столетия (по себе помню!) у мальчишек уже появились новые пристрастия. Их стало больше тянуть в науку, к механике, технике, той, что лишь нарождалась.. Уже на экранах все чаще появлялись фильмы об ученых, физиках, математиках, естествоиспытателях, о тех, кто причастен к расщеплению атома. А вот это особенно заинтересовало и увлекло Анатолия Еперина. Отправился в Томск и, представьте, юноша из глубинки без особых помех поступил на физико-технический факультет политехнического института.

...Помнит, приехал в первый отпуск, встретил на улице знакомую девушку, та удивилась:

— А почему не в форме?

Он по началу не понял, о чем речь. А девушка продолжала:

— Думала увидеть тебя в морской форме. Она, наверно, тебе очень идет?

Анатолий улыбнулся.

— Да нет у меня никакой формы морской! Даже тельняшку не ношу. Опоздал в высшую мореходку во Владивостоке. Я теперь учусь в Томске.

— И кем же ты будешь? — не унималась знакомая.

— Физиком... Инженером-физиком.

— Тоже, конечно, неплохо. Но ты ведь мечтал о голубых далах, бескрайних океанах, дальних плаваниях, новых встречах на разных материках...

— Были такие детские мечты, но я с ними расстался. И, поверь, физики тоже могут путешествовать, многое видеть и встречаться с интереснейшими людьми.

И жизнь подтвердила вскоре его слова. Группу лучших студентов Томского «политеха» отправили на преддипломную практику и защиту в столицу. В Институте атомной энергии судьба подарила Анатолию Еперину знакомство с выдающимся теоретиком-атомщиком С.М. Фейнбергом. Его лекции студенты слушали, буквально затаив дыхание. Фейнберг был научным руководителем талантливого студента из Томска, и диплом он защитил на «отлично» в числе немногих выпускников. На всю жизнь запомнил Еперин и встречи с «Бородой» — Игорем Васильевичем Курчатовым, сто-



А.П. Еперин

явшим во главе нашего «Уранового проекта». Широкой публике имя его было тогда мало известно. Работа и дела Курчатова и его сподвижников из «Лаборатории № 2», а потом из знаменитого КБ-11 в Сарове были окружены плотной завесой таинственности. Но Игорь Васильевич сам стремился почаще видеться с молодыми, заражая их своей неумолимой энергией. Эти встречи были для него своеобразным допингом, который придавал еще больше сил и вдохновения.

О Томске, своем «политехе» с его просторными аудиториями и отлично оснащенными лабораториями вспоминает Еперин часто. Как и о кумирах студентов — профессорах Куфареве, Демидове, Розенберге. Теплеют его глаза, когда представляет себе спокойную и величавую Томь в таежных берегах, невысокие горюшки за крайними домами города, с которых зимою так приятно скатиться на лыжах или на санках. Что-то в этом сибирском краю роднило с его милым Алтаем.

...Куда же поведет его дорога после окончания вуза? Не раз он гадал, куда направят выпускников физического факультета. Хорошо бы туда, где только начинается что-то новое, рождается еще один первенец индустрии!

### «Ждет вас Томск-7»...

При распределении Еперину объявили:

— Ждет вас Томск-7. Там у нас будет крупнейший комбинат № 816, много интереснейшей работы, как раз то, что нужно молодому инженеру.

Так оно и случилось. Но, прежде чем приступать к делам в Томске-7, как называли тогда город Северск, Еперина направили на Урал. В Челябинске-40 (Снежинске) действовал самый первый в стране реакторный завод, у специалистов которого и надо было перенять опыт молодому инженеру.. Народ там подобрался толковый, а главное — доброжелательно настроенный к новобранцам. Охотно делились тем, что умели сами, предостерегали от возможных ошибок и старательно внушали: «Помни суворовское напутствие «Тяжело в ученье, легко — в бою!». То, что у нас узнаешь, пригодится и в Сибири, на вашем комбинате».

И впрямь пригодилось! Да, томичи оказались еще изобретательнее, а не такими простаками, как их представляли поначалу уральцы.. За год (с 1954-го до 1955-го) Анатолий Павлович в Челябинске-40 прошел своеобразную «школу» у тамошних командиров производства. Начинать инженером управления реактором и поднялся до заместителя начальника смены на промышленных реакторах, нарабатывавших оружейный плутоний.

В том же ранге он участвовал в пуске реактора «Иван-Один» в Томске-7. А некоторое время спустя томичи-эксплуатационники вместе с учеными и конструкторами пришли к выводу: нельзя не воспользоваться той тепловой энергией, которую дают реакторы.. Можно сделать их двухцелевыми. И такие «ядерные котлы» — ЭИ-2» и «АДЭ-3» впервые в стране стали действовать именно у них, на Сибирском химическом комбинате. Освоение мощности набирало темпы, и в 1965 году за пуск, освоение и повышение мощностей крупных энергетических установок 35-летнему инженеру Анатолию Павловичу Еперину была присуждена Ленинская премия — самая высшая награда в СССР в те времена!

Талант организатора, творчески мыслящего специалиста, позволил лауреату стать заместителем главного инженера реакторного завода Сибирского комбината

— Анатолий полюбил томские края, — рассказывали мне его друзья тех лет Борис Павлович Матвеев и Геннадий Владимирович Комаров. Они трудились на том же комбинате. Борис стал главным механиком, Геннадий увлекся энергетикой и преуспел тоже в карьерном росте — выдвинули его начальником электроцеха. Здесь Еперин встретил и полюбил девушку-инженера, которая занималась автоматикой. Поженились они с Финой, вырастили потом дочь и двух сыновей. Оба теперь самостоятельно работают не первый год. Дмитрий — в Питере, Павел — на ЛАЭС. Во второй класс пошел внук, который стал полным тезкой деда. Его тоже зовут Анатолий Павлович Еперин!

— А как только наступали выходные, и на работе не требовалось наше непременно присутствие, — вспоминает Геннадий Владимирович, — все втроем отправлялись рыбачить или охотиться. Еперин был заядлым охотником, умел выслеживать дичь или зверя, метко стрелял. Но однажды поехали мы на зайцев охотиться. Борис и Толя ружья за спиной держат, а у меня оно наготове. И тут из-за елки лопухий выскакивает. Я сразу же его первым выстрелом наповал. А дружки мои и ружья свои не успели взять в руки. Жены наши отличное блюдо из зайчатинки приготовили — пальчики оближешь! Вымочили в молоке, снабдили душистыми травками. Тогда я впервые услышал от Анатолия его любимое словечко «симфония». Когда ему что-то особенно нравилось, приходилось по вкусу, было приятно, он неизменно повторял «Симфония!»..

На именины, как правило, ему дарили рыболовные снасти и охотничьи «причиндалы». Став начальником смены, замом главного инженера реакторного завода, он не только сам досконально знал технику и в точности старался соблюдать все технологические процессы, но и жестко требовал того же от своих подчиненных. Промак мог простить и даже оставить без наказания, а вот за вранье, за хитрости, чтобы уйти от ответа за содеянное, карал нещадно. Эта черта характера сохранилась у него и донныне. А друг он — надежный и верный. С таким можно идти в разведку!

### Где-то в Сибири

— Понимаете, — рассказывал мне академик Николай Антонович Доллежал — великий конструктор и душевнейший человек, — просто грешно было упускать возможность, которую предоставляли реакторы для наработки плутония. Я высказал свои мысли Игорю Васильевичу. Курчатов и академик Ю. Харитон одобрили идею, и вместе с проектантами мы взялись за дело и, как видите, сообща с эксплуатационниками добились серьезных успехов. Сначала родилась Первая в мире атомная электростанция в Обнинске на 5000 киловатт, а потом появилась Сибирская АЭС, вторая в мире и мощностью 600 мегаватт. Где она находится, было известно немногим даже в Советском Союзе. А в ЦРУ могли только гадать...

Мы вели разговор с Николаем Антоновичем в его доме в Жуковке, что подарил ему Сталин после испытания первой атомной бомбы, главным конструктором которой он был. Доллежал хитро улыбался в седую бородку.

— ...И что только не предпринимали американцы, чтобы разведать, где именно действует Сибирская АЭС. Они ведь отчетливо понимали, что она создана отнюдь не для единственной унитарной цели снабжать какой-то город или даже целую территорию электричеством. Непременно рядом должен быть интересующий их ядерный объект. Потому и посылали ЦРУ свои разведывательные самолеты из Турции, с Аляски, из Японии в Сибирь, надеясь с воздуха обнаружить то, что они так упорно и настойчиво искали.

— К нашему великому огорчению, — признавался академик Анатолий Петрович Александров, руководивший Курчатовским институтом, а затем и Академией наук СССР, — у нас в первые годы такого пристрастного внимания американской разведки к советским атомным объектам в Сибири не было самолетов, способных подниматься на такую же высоту, на которой летали янки. Не располагали мы и ракетами, способными сбивать цели на большой высоте. И вот, наконец, Сергей Павлович Королев и его соратники подарили Родине прекрасное оружие, которое показало всему миру, что отныне с Россией шутки плохи. Тот самый пилот Фрэнсис Пауэрс, который прежде не раз безнаказанно вторгался в наше воздушное пространство, был сбит 1 мая 1960 года над Свердловском. А маршрут его полета, не оборви его наша ракета, предполагал пролет над Томской областью. Потом на охрану неба над Атомградом в Сибири поставили 513-й зенитно-ракетный полк.

А уж, что называется, по сухопутью, добраться до Томска-7 и проникнуть на территорию комбината, было совершенно невероятным делом. Только первый секретарь Томского обкома партии и председатель облисполкома имели пропуск на въезд в запретный город.



— А знаете, — вспоминают северцы, — даже именитые гости, которых официально приглашали к нам, старались избежать такой участи, не приезжать в закрытый город, опоясанный колючей проволокой и сторожевыми вышками... И вовсе не потому, что боялись радиации или еще какой-либо напасти. Их караулила другая беда — после посещения Томска-7 они становились «невыездными», по крайней мере, в течение последующих пяти лет. Вот таким «невыездным» был и Анатолий Павлович Еперин. Только много лет спустя, когда он уже работал на Ленинградской атомной станции, ему было даровано право съездить на международное совещание в Лондон.

Но вернемся к созданию Сибирской АЭС, к чему лично причастен Еперин.

Николай Антонович Доллежал радвался, как ребенок, когда на Второй международной конференции по мирному использованию атомной энергии, что проходила в Женеве, он продемонстрировал коллегам документальный фильм о Сибирской АЭС и увидел, какое глубокое впечатление этот показ произвел на атомщиков из разных стран.

Когда британское издательство «Пергамон» выпустило книгу «Проблемы атомной науки и технологии», авторы цитировали слова академика Н.А. Доллежала: «Сибирская АЭС есть классический пример использования тепла, выделяемого при производстве плутония для выработки электроэнергии. Основная часть средств, затрачиваемых на эту АЭС, покрывается стоимостью получаемого плутония».

А зарубежная печать на все лады вещала о том, что России удалось на базе Сибирской АЭС создать первую в мире систему атомного теплоснабжения крупного города. Мы сумели опередить в этом плане многие страны, считавшие себя лидерами в науке и технике. Но даже в 1992 году на Западе все еще гадали: где же все-таки находится Сибирская АЭС? В американском справочнике «Ядерное вооружение СССР», опубликованном в русском переводе, можно прочесть «Западные источники утверждают, что она находится в Троицке. В 120 километрах к югу от Челябинска в районе Уральских гор вдоль границы с Казахстаном...».

И Н.А. Доллежал, и А.П. Александров хорошо знали сибирских инженеров-атомщиков. И когда было принято решение начать строить крупнейшую в мире по тем временам Ленинградскую АЭС они рекомендовали директором ее Валентином Павловичем Муравьевым, руководившего реакторными заводами в Челябинске-40 и в Красноярске-26, а его главным инженером — Анатолия Павловича Еперина.

## Первый из семьи атомных богатырей

— Рад, искренне рад! — приветствовал нового главного Муравьев. — Работы невпроворот! До физического пуска остается всего два года, а сколько всего еще надо сделать. Пока опытных специалистов у нас еще маловато, но в скором времени станет больше. Министр дал мне право брать людей, нужных для ЛАЭС, с любого предприятия. Но пока, не стану скрывать, тебе придется нелегко.

А Еперин и не рассчитывал на легкую жизнь, не сомневался, что на новом месте придется во сто крат труднее, чем в родном Томске-7.

На строительстве Ленинградской АЭС ее создателям пришлось отступить от классических канонов. Чертежи от проектантов шли, что называется, «с колес». Немудрено, что случались и просчеты, и серьезные ошибки. А уж о малых — и говорить нечего. Эксплуатационникам приходилось все уточнять, вносить свои поправки, согласовывать с институтами и конструкторскими бюро, а иногда доводилось переделывать уже готовое. Первый из задуманной семьи атомных богатырей имел немало достоинств, но и требовал особого внимания при эксплуатации.

Уже при первом знакомстве с чертежами реактора Анатолий Павлович увидел, какое обилие коммуникаций связывает его с другими системами. Плато РБМК пронизывали 1693 технологических канала с заряженными таблетками урана и поглотителя — карбида бора. За каждым каналом нужен глаз да глаз! А автоматика в те времена была не столь совершенной. Вычислительные машины, предшественники компьютеров, были в новинку, и даже на атомной станции их можно было сосчитать буквально по пальцам.

...По давней привычке Еперин вставал на рассвете, быстро завтракал и отправлялся на станцию. Ему надо было еще задолго до того, как начнется утреннее селекторное совещание, самому побывать на всех «отметках» блока, увидеть, что изменилось за день, что требует немедленного вмешательства — коренной перемены или улучшения. А затем уже с начальником СМУ-1, ответственным за сооружение ЛАЭС, Иваном Ивановичем Семькиным и начальником МСУ-90 Константином Андреевичем Коблицким обсудить то, что назрело и ждет их решения. Оба начальника были не менее Еперина влюблены в свое дело, даровиты на смелые идеи и умелое их воплощение. Но не всегда с ними можно было легко и просто договориться. Приходилось убеждать, доказывать свою правоту, но, уж если соглашались, можно было быть уверенным, что все будет сделано так, как надо. Для них, людей опытных и знающих, за плечами которых была не одна важная стройка, то, что соорудили сейчас, тоже было своеобразным экзаменом на зрелость. Под стать им был и начальник электромонтажного МСУ-32 Александр Александрович Воронин, в послужном списке которого значилась тоже не одна крупная стройка.

Анатолий Павлович сумел хорошо узнать, а не просто познаться, с руководителями всех ведущих СМУ и МСУ, с коман-

дирами полков военных строителей, участвовавших в сооружении атомного исполина.

Ленинградская атомная, которая по замыслу Алексея Николаевича Косыгина должна была стать пилотной станцией в целой серии подсобных АЭС, находилась под пристальным вниманием Минсредмаша. Чуть ли не каждый день сюда жаловали заместители министра Николай Анатольевич Семенов и Александр Григорьевич Мешков, руководители главков и трестов, академики А.П. Александров и Н.А. Доллежал, директора и ведущие работники НИИ и КБ, да и сам министр Ефим Павлович Славский частенько прилетал сюда на своем самолете. Считал своим долгом побывать в Сосновом Бору и глава Госкомитета по использованию атомной энергии академик И.Я. Емельянов, а затем и его преемник Е.В. Петросянц. Нельзя не напомнить и о визитерах из обкома и горкома партии, из ЦК. Принимали на ЛАЭС и председателя правительства СССР Алексея Николаевича Косыгина. Каждому полагалось обстоятельно доложить о ходе работ, и кому же это делать, как не директору и главному инженеру?!

Особой заботой Еперина в те оставшиеся до физического пуска месяцы был входной прием оборудования. Лаэсовцы имели своих полномочных представителей на всех основных предприятиях-поставщиках: в Харькове, где изготавливали быстроходные турбины мощностью по полмиллиона каждая; в Запорожье, где рождались гигантские трансформаторы; в Питере — на Металлическом заводе; в Чехове — на арматурном заводе; на «Электропульте», где монтировали блочные щиты управления... Инженеры, командированные станцией, присутствовали при изготовлении систем и агрегатов, участвовали в испытаниях и контроле перед отправкой. Но, как только оборудование поступало в Сосновый Бор, надлежало с еще большим пристрастием вновь убедиться в его качестве.

Вот как вспоминал о тех годах и об Еперине Леонид Алексеевич Белянин, который много лет был начальником сквозной смены, а затем руководил цехом наладки:

— На плечи громадного, с седой шевелюрой и медвежьей походкой главного инженера легла тяжелая и небывалая нагрузка... Поражала нечеловеческая работоспособность Анатолия Павловича Еперина. Он мог спать через день, и то урывками. Телефонные звонки шли к нему и ночью, и в выходные, и в праздничные дни, поскольку он решал все технические вопросы, неожиданно возникшие в ходе монтажа и эксплуатации... Работая до самоистязания, он не щадил людей, его окружавших. А вытягивал жилы из сослуживцев...».

Вот тут мне придется прервать уважаемого Леонида Алексеевича и вступить за Еперина. Уж больно создается облик какого-то держиморды, а не умного, заботливого руководителя. Не жилы тянул он из людей, а требовал полной самоотдачи и отлично знал, кто на что способен, с кого и что именно можно спросить. И насчет звонков — маленький комментарий. Анатолий Павлович чрезвычайно ценил людей, которые умели сами принимать в решительный момент правильные решения, а не искать защиты за широкой спиной главного инженера. Хорошо помню, как одного из начальников смен отстранили от должности только из-за того, что он по малейшему поводу звонил главному и испрашивал разрешения на то или иное действие. Такая несамостоятельность, по мнению Анатолия Павловича, могла пагубно сказаться на дальнейшей карьере руководителя смены, приучившегося постоянно оглядываться: она была вредна и его подчиненным, которые не могли не оценить неспособность своего начальника действовать самостоятельно.

И малость подвела память Леонида Алексеевича... В те годы шевелюра у Еперина еще не была седой, да и походка не «медвежьей», а той, что ходят люди, уверенные в себе, — твердо и неторопливо. И хотя судьба не позволила ему стать моряком, но ноги он ставил так, как это делают покорители океанов, чтобы держаться на палубе при любой качке.

Мне нередко приходилось утречком, часиков в семь, отправляться на станцию вместе с Анатолием Павловичем. Он даже припас для меня еще одну защитную белую каску, что являлось непременным требованием службы безопасности и охраны труда. Переодевшись, главный шел на блочный щит и знакомился с материалами, которые приготовила для него ночная смена о монтаже, о пуско-наладочных работах строящихся блока, параметрах и дефектах. И только после этого он слушал доклады начальников цехов и своих замов. Кстати, должен сказать, что на ЛАЭС создавалось очень удачное «трио» — директор В.П. Муравьев, главный инженер А.П. Еперин и его зам по науке Владимир Иванович Рябов. Все они прошли замечательную и весьма поучительную уральско-сибирскую атомную школу. И все трое были лауреатами Ленинской премии, что само по себе говорило об их выдающихся способностях. Но даже эта великолепная тройка не смогла бы добиться столь заметных и решающих сдвигов в сооружении ЛАЭС, не обладая она немалым числом прекрасных инженеров-профессионалов. А к чести «троицы» надо сказать, что люди, которых они знали и пестовали, были умело расставлены на решающих участках производства.

Начальником ПТО назначили Михаила Владимировича Шавлова, который еще на Горно-химическом комбинате в Красноярске-26 доказал свои незаурядные способности и заслужил там и орден, и вместе с проектантами из ВНИПИЭта стал лауреатом Государственной премии СССР. Его жена Татьяна Сергеевна руководила химической лабораторией. Томич Юрий Афанасьевич Здор начальствовал в турбинном цехе, а в реакторном — Анатолий Иванович Хромченко. Во главе электрического встал умнейший и отлично подготовленный инженер Артур Генрихович Петров, а его

замом — Сергей Федорович Мокеев. Великолепнейший специалист по релейной защите, он всегда производил синхронизацию очередного турбогенератора с системой «Ленэнерго».

Говоря о тщательном подборе и расстановке людей, Анатолий Павлович неизменно подчеркивает:

— Начальниками цехов, смен станции, старшими инженерами по управлению реактором мы назначали тех, кто имел опыт работы не менее 5 лет на Сибирских АЭС и на крупных энергетических объектах страны. Установившаяся на Сибирских АЭС традиция сыграла решающую роль в реализации нормативных документов. Это, прежде всего, высокая исполнительская дисциплина, неукоснительное выполнение требований регламента, проекта, нормативных документов по контролю сварных швов металла и оборудования, технологического процесса. Изменения оформлялись только после их согласования и утверждения авторами этих документов. Это позволило избежать неприятностей, которые подстерегали нас на каждом шагу, и надо отдать должное персоналу строительномонтажных организаций — они четко выполняли эти требования эксплуатации и не обижались, когда требовалась что-то переделать, выявив недостатки.

И мне снова хочется дать возможность поделиться своими воспоминаниями Л.А. Белянину:

— Информацию Анатолий Павлович требовал точную, а не удовлетворившись — находил второй, третий источник. Его голова переваривала все, что он слышал, читал, а затем диктовал свои решения в виде заданий или фабулы программ... Анатолий Павлович долго присматривался к людям, долго не доверял кое-кому, а, поверив, полагался на их мнение, профессионализм. Ценил он работников по их деловым качествам, умел отличить тех, кто докладывал ему с единственной целью — понравиться, «попасть в жилу». Таких угодников он терпеть не мог. Раскаившихся в своих грехах прощал и даже брал под свою защиту, проявлял заботу, теплоту человеческих отношений, мог похвалить и даже наградить... Дверь его кабинета была открыта для всех в любое время. Принимая в своем кабинете посетителя, он обычно был прост, душевен, внимателен и участлив...

Из Томска-7 он пригласил на ЛАЭС многих специалистов из тех, с кем вместе работал и на кого, знал, можно положиться, не подведет ни при каких обстоятельствах. Речь шла не о личной преданности, а о преданности общему делу»..

## Был жарким сентябрь 1973-го...

Евгений Владимирович Кулов, бывший начальник одного из основных главков Минсредмаша, в 90-х годах руководил Госкомитетом по использованию атомной энергии. Встретились мы на Большой Ордынке в том комплексе, которое занимало министерство. Еперин очень хотел, чтобы к 20-летию пуска ЛАЭС собрать воспоминания не только работников станции, но и москвичей из той плеяды, что была причастна к рождению самой мощной в стране электростанции на ядерном горючем. И первым откликнулся именно Кулов.

— На всю жизнь запомнил я сентябрь 73-го! — восклицал он. — В то лето в Москве была неслыханная жара, вокруг столицы бушевали лесные пожары, горели торфяники, все заволочило смогом. А, отправляя меня в командировку в Сосновый Бор, Ефим Павлович Славский сказал, улыбаясь, напутственно:

— Там тебе предстоит еще побольше жара, так что будь готов!

Предстоял физический пуск первого энергоблока ЛАЭС. Председателем пусковой комиссии был А.Г. Мешков, и было у него три заместителя: академики А.П. Александров и Н.А. Доллежал, и я. Ехал я, предвкушая встречу с Епериним. Ведь мы с ним были знакомы, когда он юнцом приехал к нам в Томск-7 после института, сумел проявить недюжинные способности, да что там! — истинный талант, и быстро вырос. Стал моим заместителем. А я в ту пору был главным инженером реакторного завода. И в том, что Анатолия Павловича рекомендовали главным инженером на Ленинградскую АЭС, признаюсь, была в определенной мере и моя рекомендация. Несказанно рад, что не ошибся в этом человеке.

Приехав в Сосновый Бор, я увидел, что Еперин буквально дневал и ночевал на станции. Проблемы, причем зачастую очень непростые, возникали то и дело. И, в принципе, немудрено, что так случилось. Ведь мы впервые создавали мощнейший энергогигант! И реактор-то для него придумали новый на 1 000 000 киловатт! Как он поведет себя? Какие сюрпризы нам готовит? Честно говоря, без них не обошлось. В процессе наладки системы управления и защиты реактора вдруг обнаружилось, что одновременно может извлекаться большое количество стержней аварийной защиты. А по проекту это недопустимо. И, что вы думаете? Проблему решили за ... одну ночь. Другой сложной задачей было образование водорода в верхней биологической защите, именуемой проектантами «системой Г». И эту проблему устранили в самые короткие сроки. Подобных сюрпризов было немало. Но 12 сентября 1973 года физический пуск первого « миллионника » в СССР состоялся. И этот день стал, по сути, днем рождения Большой ядерной энергетики страны.

Дотошный Л.А. Белянин записал по часам, как все это было.

«10 сентября 1973 г. 22.09 главный инженер А.П. Еперин дал разрешение на начало загрузки реактора...»

22.15 — начали загрузку первой тепловыделяющей сборки в технологический канал 37–40...».

Загрузка шла до 12 сентября. Как вспоминают очевидцы, напряжение у всех участников этого события все возрастало по мере приближения пуска. Практически экзамен держали все: теоретики



и проектировщики, конструкторы и строители, монтажники и наладчики, эксплуатационники. На какой кассете начнется цепная реакция? И удалось ли соблюсти чистоту графитовой кладки, в которую вонзаются технологические каналы?..

18.35 — Ура! При постановке 23-й кассеты цепная реакция началась

Управляемая цепная реакция!

Начальник научно-исследовательского отдела доктор технических наук Иван Александрович Варовин не удержался от комментария: «Реакторы, как дети, рождаются каждый по-своему. У них, как у людей, у каждого свой характер. Самым трудным для нас был реактор первого блока, на то он и первый!..».

А начальник цеха тепловой автоматики и измерений Геннадий Порфирьевич Негривода сказал журналистам так: «Больше всего мне запомнилась необычайно волнующая обстановка физического пуска. Уникальность и ответственность момента, до предела взвинченные нервы. Смотрел на лица людей и на некоторых даже читал... страх. Но все это можно было понять! Страх, что вдруг пойдет не так, как намечено, не так, как должно быть. Но напрасны были все страхи и опасения. Пуск прошел успешно, и надо видеть, как расцвело улыбкой лицо нашего главного инженера Анатолия Павловича!».

## Прошли годы...

То были годы эксплуатации всех четырех энергоблоков Ленинградской атомной, годы упорного труда и... исканий. Еще в конце 70-х годов Анатолий Павлович стал работать над кандидатской диссертацией и в 1981 году успешно защитил ее в Ленинградском политехническом институте имени С. М. Кирова.

Еще не завершено было сооружение ЛАЭС, как Валентин Павлович Муравьев попросил дать ему работу полегче, и получил должность заместителя директора, который как раз и должен был отвечать за создание второй очереди станции. Муравьева сменил приехавший из Красноярска-26 Николай Федорович Луконин, хорошо знакомый Еперину по Сибири, где Луконин тоже получил Ленинскую премию «за пуск, освоение и повышение мощности крупных энергетических объектов». Горно-химический комбинат, на котором он трудился, был задуман Сталиным в качестве гарантии от того, что когда-либо вероятный противник может обрушить свои бомбовые удары или ракеты на Челябинск-40, где нарабатывали оружейный плутоний. И потому в Красноярске-26 все производство упрятали в толщу Атамановского кряжа Саянских гор. Там, под землей не страшен был никакой враг!

Не могу удержаться от того, чтобы не высказать свое журналистское мнение по поводу директорства Луконина. Оно было не столь долгим и большую часть времени он занимался тем, к чему не лежала душа Еперина, — не пропадал в цехах и на блоках, а представительствовал в обкоме, горкоме, в исполкомах, ездил частенько в Москву и в командировки на другие станции. А в Сосновом Бору «пахал» Еперин. И Луконин великолепно знал, что на главного инженера можно положиться, не подведет, и без директора справится с любой технической проблемой.

Кстати, не раз в годы после выхода ЛАЭС на проектную мощность Анатолию Павловичу в Минсредмаше предлагали самые заманчивые должности, чуть ли не зама министра, а он решительно отказывался: «Здесь, в Сосновом Бору, я на своем месте, и не все еще доделал, что хотелось бы...». А в марте 1983 года Николая Федоровича назначили директором строившейся в Игналине (в Литве) самой мощной в СССР АЭС. Ее реакторы были такого же типа, как и на ЛАЭС, но в полтора раза сильнее — по 1 500 000 киловатт каждый. Планировалось возвести четыре таких гиганта, чтобы в изобилии снабдить электроэнергией соседние прибалтийские страны, Белоруссию и Калининградскую область. Но грянул Чернобыль, и стройка замерла. Правда, за пуск первого блока Игналины Луконин успел получить звание Героя Социалистического Труда, а сразу же после Чернобыльской трагедии Политбюро ЦК и Совмин утвердили его министром атомной энергетики, карликового ведомства, у которого не было ни своих институтов, ни КБ, ни заводов, чем отличался Средмаш. Потом, скажу, забегаю вперед, оба ведомства и Средмаш, и Минатомэнерго объединили в единое Министерство РФ по атомной энергии.

А руководить Ленинградской атомной стал Анатолий Павлович, и он с первых же дней продолжил то, что начинал еще главным инженером, — повышение безопасности и надежности энергоблоков и всего оборудования, занялся вместе со своими соратниками продлением проектных сроков жизни энергоблоков.

Никогда не забуду любопытнейший эпизод, случившийся в 93-м году, когда я был пресс-атташе ЛАЭС.

Пожаловал к нам «в гости» руководитель американской Федеральной службы регулирования атомной энергии (нечто вроде нашего Госатомнадзора) Айвен Селин. Оказавшись в кабинете Еперина, он не стал слушать его рассказ о том, что представляют собой реакторы РБМК-1000, а, я бы сказал, грубовато прервал его:

— Не стоит нам об этом говорить. Мы об этом осведомлены, — и еще более агрессивно заявил: — Вы лучше расскажите, что сделали после Чернобыля?

Еперина возмутил такой тон разговора.

— Почему «после Чернобыля»? Мы уже не первый год занимаемся повышением безопасности и надежности своих энергобло-

ков, чему способствует культура безопасности. Это — создание условий и воспитание в человеке внутренней потребности работать безопасно...

Селин слушал этот знаменитый постулат Еперина с хмурым и недовольным лицом, явно желая перебить, но, не решаясь на это из чувства такта. Все-таки не у себя дома!

А Еперин продолжал:

— Причем занимаемся повышением безопасности не стихийно, не спонтанно, а по разработанной программе вместе с учеными наших институтов, проектантами, конструкторскими бюро, заменяем оборудование на более совершенное и начали строить дополнительные системы безопасности. Вы можете увидеть их...

— Вот с этого и начнем, — решительно встал Айвен Селин и двинулся к выходу в коридор, за ним потянулась вся его свита.

Меня на минуту задержал один из замов Еперина и предупредил:

— Карл Александрович, ни в коем случае не доставайте диктофон... Этот наш гость может такое наговорить, что потом не оправдаешься.

И, тем не менее, видя, как после посещения блочного щита управления и разговора с дежурной сменой; после пребывания в центральном зале, в турбинном цехе; познакомившись с тем, что собой будут представлять дополнительные системы безопасности, изменилось выражение лица американского сановника, я осмелился попросить его сказать свое мнение об увиденном и поднес к нему диктофон. И он не отказался и заявил:

— Мы и раньше знали, что на Ленинградской атомной станции работает высокопрофессиональный коллектив. Но сегодня смогли убедиться в этом сами. И убедились, что вы многое делаете для повышения безопасности...



ЛАОС

Интересно, как развернулись дальнейшие события. Оказывается, визит Айвена Селина был приурочен к слушаниям в конгрессе по поводу обсуждения бюджетных ассигнований. Там предусматривались и средства, а точнее гарантии той американской компании, что участвовала в создании для ЛАЭС полномасштабного тренажерного центра и в обучении работы на нем нашего персонала. Будь мнение Селина отрицательным, гарантии могли кануть в бездну.

Мой репортаж был опубликован в «Известиях». А буквально на следующий день раздался телефонный звонок из консульства США в Петербурге:

— Чем вы можете подтвердить, что мистер Селин сказал именно так, как вы написали?

— Диктофонной записью.

— Тогда будьте добры, представьте ее нам завтра.

— Нет вопросов!

Надо было видеть лицо дамы, которая приняла у меня в консульстве диктофонную запись и прослушала ее! И хорош был бы я, не имея такого веского доказательства, как записанный на пленку голос Айвена Селина!

Приезжала к нам и приемница Селина госпожа Джексон, которая, будучи на совещании в Москве, услышала от руководителей Госатомнадзора, что донорская помощь в повышении безопасности ЛАЭС, это всего лишь три процента от тех затрат, которые тратит станция самостоятельно, из своих собственных доходов. Не поверила мадам! Специально направила свои стопы в Сосновый Бор. И убедилась в том, что помощь 17 западных стран, в том числе США, — крохотная доля в тех средствах, которые мы тратим сами.

А насколько обеспечена безопасность на Ленинградской АЭС могли убедиться многочисленные эксперты и делегации из Европы, в том числе и президенты МАГАТЭ Ханс Бликс и Мухаммед эль-Барадеи. Высоко оценил работу атомщиков с берегов Копорской губы Владимир Владимирович Путин. Он побывал на первой очереди станции, познакомился со всеми основными цехами и службами, побеседовал с персоналом и с руководителями Министерства и Ленинградской губернии и остался доволен тем, что увидел. Об этом он и написал в книге для почетных посетителей: «Мы высоко ценим работу ленинградских атомщиков — настоящих профессионалов в своем деле!».

...Пишу эти строки, и невольно приходит мысль: а ведь все могло быть иначе, не прояви Еперин свой характер!

Пригласили нашу делегацию атомщиков в Лондон. Было это

вскоре после печальных событий в Чернобыле. Мир был обеспокоен случившимся. Европейский банк реконструкции и развития изъявил готовность собрать, точнее аккумулировать взносы держав-доноров и направить их на повышение безопасности советских АЭС, в первую очередь Чернобыльской, Игналинской и Ленинградской, вооруженных реакторами канального типа. Чернобыльцы, вернее их высокие представители из украинского правительства, быстро согласились закрыть свою станцию в обмен на обещание дать им средства на замещающие мощности. Дали себя уговорить и литовцы, обещав остановить свои энергоблоки, как только приблизятся проектные сроки. А Еперин категорически отказался от такого условия. Даже заместитель министра готов был поставить свою подпись под «западным ультиматумом» погасить «ядерные топки» в Сосновом Бору после 2003 года, 30-летнего срока службы «миллионников», предусмотренного проектом.

— Мы уже не первый год делаем все для продления жизни своих блоков, причем с учетом всех нормативных требований МАГАТЭ и своих надзорных органов. И ваша помощь, если вы от нее откажетесь, нисколько не затормозит реализацию наших планов. Такие средства мы и сами изыщем!

Неукротимый характер Анатолия Павловича возымел должное у гордых британцев. Пришлось им отступить, отказаться от «ультиматума», разве что оговорили участие своих представителей в работе по повышению безопасности. А уж против этого Еперин не стал возражать.

— Пусть приезжают. Примем со всем русским гостеприимством!

Учебно-тренажерный центр, который создавали вместе с американцами и Институтом атомной энергии имени И. В. Курчатова, был создан 10 лет спустя после Чернобыльской аварии. И презентацию его решили устроить в Питере на заводе «Электропулт», где собирали громадину. Прилетел из-за океана и президент американской компании, которая занимается тренажерами; приехали из Москвы ведущие ученые Курчатовского института вместе с академиком Евгением Павловичем Велиховым. Собралось великое множество журналистов — пишущих, снимающих, вещающих по радио или по телевидению. Американец не удержался от признания:

— Мы построили в мире 157 тренажеров, правда, тот, что вы показывали сегодня, — самый большой и самый современный. Но, такого паблисити у нас никогда не было...

— Наверно, именно потому, — пошутил Еперин, — что этот самый современный и самый мощный. А потом вряд ли журналистская братия в Питере видела что-либо подобное прежде.

Удивляюсь, честно говорю, до сих пор удивляюсь, как ухитрился Анатолий Павлович при столь большой занятости на работе и в горсовете, где он был членом исполкома; читая лекции студентам «политеха» в Питере, еще и писать докторскую диссертацию.

В 1994 году он защитил ее, избрав темой «Надежность реакторной установки РБМК-1000 и пути повышения ее использования». На Ученом совете ни один из голосовавших не бросил черный шар. А год спустя Еперину в этом же «политехе» присвоили ученое звание профессора по кафедре атомных и тепловых энергетических установок. И тогда же в Сосновом Бору появился созданный по настоянию Анатолия Павловича и при поддержке этой кафедры учебный центр института. Забота о кадрах, об омоложении персонала никогда не покидала директора.

Тревожила его и ситуация с неплатежами энергосистем. По инициативе А. П. Еперина в свое время Ленинградская АЭС обратилась к Правительству страны с просьбой предоставить ей право «автономного плавания», получить самостоятельные права хозяйствования под методическим руководством министерства. И Госкомимущества такое право предоставил ЛАЭС, единственной атомной станции в стране. Все другие входили в концерн «Росэнергоатом». Там спали и видели, что сумеют покончить с «ленинградской автономностью». Глава концерна Евгений Иванович Игнатенко ратовал на страницах газет, в интервью радио и ТВ, что безопасность Ленинградской АЭС может быть обеспечена только при вхождении в концерн. Чудеса, да и только! Денег за использованную электроэнергию многие потребители не платили, правительство категорически запрещало при этом отключать военных, медиков, учреждения культуры и образования, не мешать аграрникам... Денежек кот наплакал, а тут послал меня Еперин в Москву к Игнатенко, а затем и к министру В. Н. Михайлову: — Ваше мнение? Надо ли ЛАЭС оставаться в автономном плавании?

Игнатенко стоял на своем. Михайлов был настроен совсем иначе:

— К чему вам лишняя шестеренка?! Ведь концерн не что иное, как передаточный механизм. Сейчас вы сами себе оборудование заказываете или новый проект, сами покупаете стройматериалы, оплачиваете ремонт подрядчикам. А войдете в концерн, и он станет от всех таких сумм отстегивать себе за посредничество, да еще и на содержание своего штата. А у москвичей обычно оклады побольше, чем на периферии... И потом, коли мы теперь занимаемся рыночной экономикой, то, на мой взгляд, на рынке должен быть не один продавец, и никак нельзя обойтись без конкуренции.

Страна шла к страшному экономическому кризису конца 90-х годов, а вместе с ней к опасной черте приближалась и Ленинградская атомная.

В тексте использованы фотографии с сайта [www.laes.ru](http://www.laes.ru)



# Желание посмотреть, крепок ли фундамент



Д.А.Тайц, к.ф.-м.н.

**В некоторых комментариях на сайте «Атомная Стратегия» спрашивают: «Непонятно, о чем это пишет Тайц, разъясните?» Я виновен, возможно, в недостаточной внятности. Вспоминаю эпиграмму 1911 года:**  
**«Читатель долго и напрасно  
 Понять пытается одно:  
 Навозну кучу вижу ясно,  
 Но где жемчужное зерно?  
 Разъясняю. В публикациях речь  
 идет о настолько БОЛЬШОМ,  
 что иногда трудно это увидеть,  
 в силу близости Ослепительного  
 Объекта...»**

**П**рофессор Стивен Хокинг, занимающий кафедру, которую занимал Исаак Ньютон в Кембридже, завершая серию великолепных телевизионных передач BBC о происхождении нашей Вселенной, произнес: Бог не причастен к ее возникновению. Объяснение Начала Мира, по мнению выдающегося физика, не нуждается в концепциях придерживающихся необходимости Творца. Когда ученый высказал эту свою мысль, оператор показал маленькое тело, втиснутое в инвалидную коляску — единственный предмет в грандиозном средневековом зале Тринити Колледжа. Объектив переключается и вместо широкой панорамы мы видим неестественно склоненную крупную голову знаменитого физика и его большие неподвижные голубые глаза. Помолчав, не двигая губами, голосом синтезатора, наследник Ньютона воздал благодарность тому, что дало ему возможность наблюдать, думать, объяснять Мир, чувствовать свое собственное существование. Этими неожиданными словами завершился сериал. У меня, возникло ощущение, что концовка с противоположными, точнее, взаимодополняющими концепциями роли Творца в этой работе BBC—Хокинг не случайна. 26 лет назад (1987 г.) Стивен Хокинг писал: «Почему начало Вселенной должно быть именно таким, очень трудно объяснить иначе, как деянием Бога, которому захотелось создать таких живых существ как мы». Похоже, большой ученый, а это характерно для мыслителя, не боится изменить свои старые представления и даже «поломать» их, стремясь укрепить истину, если он ее видит по новому. Это мы обнаружим и у Эйнштейна когда он через 15 лет посчитал, что использование в уравнениях придуманного им гравитационного члена «было самой большой ошибкой его жизни». Здесь, он был не прав. Его настоящей ошибкой было считать это «ошибкой».

С незапамятных времен размышляющему являлись, кажется, неопровержимые истины, которые не поддавались обоснованию. Иногда соблазняя своей очевидностью, они допускали цепочку интересных умозаключений, но вдруг, все ломали, направляя в другое русло, ускользая от понимания. Тем не менее, Разум, прекрасно зная и видя это, не устает в своих попытках снова и снова пытаться, найти другой путь и хотя бы приблизиться к границе даже если там непреодолимая стена.

Прозорливый Кант так сказал об этом в «Пролегоменах»:

«Ведь человеческий разум столь склонен к созиданию, что уже много раз он возводил башню, а потом опять сносил ее, чтобы посмотреть, крепок ли фундамент».

Да, фундамент крепок, по сути — незыблем, но «башня, надстройка» постоянно перестраивается или сносится. Башня рушится, не смотря на то, что ее проектирование доверяли самым авторитетным, самым неподкупно честным Архитекторам, а возведение — Строителям, чья профессия — доказуемая истина, чьи знания не могут быть обманом, т. е. всем тем, кто живет в мире математического знания.



Статуя Исаака Ньютона, самого известного бывшего студента Тринити-колледжа, в часовне Тринити

Наше время. Послушаем беседу, которую вели творцы современной науки, они же перестройщики башни классической науки, без всякого сомнения, сверх одаренные, безукоризненно честные, обладающие обширными гуманитарными познаниями. Это профессиональные математики-физики: Вернер Гейзенберг, Вольфганг Паули, Нильс Бор.

Копенгаген 1952 год. Весна, белые ночи.

«Некоторое время мы шли молча. Светлая розоватая полоска над северным горизонтом напоминала, что Солнце движется к востоку не так уж низко под ней. Вольфганг довольно неожиданно спросил: «Веруешь ли ты в личного Бога?» Ответ Гейзенберга:

«Можно ли относиться к центральному порядку вещей или событий так непосредственно, вступить с ним в такую глубокую связь, в какую можно вступить с душой другого человека? Я отвечаю «да».

И снова вопрос Паули: «Почему ты взял слово «душа»?» Гейзенберг: «Потому что слово «душа» означает как раз центральный порядок, средоточие Существа, которое по формам своего внешнего проявления может быть необозримо многообразным». (Так же высказывался Макс Планк, находя физическое мироустройство тлеологическим).

Собеседники, создатели Копенгагенской школы, знали на каком фундаменте они строят и перестраивают «башню» современных наук: «Сущее» — необозримо многообразная живая духовная сущность — Бог. Его фундаментальная реальность проявляется во всеобъемлющем «центральном порядке вещей», схватываемом и описываемом **математикой**. Эту истину

неизменно отмечали все мыслители, начиная с античности, и звучала она одинаково как в устах Гейзенберга, Пифагора или, например, Кеплера: «Главной целью всех исследований мира должно быть открытие рационального порядка и гармонии, которые Бог ниспослал миру и открыл нам на языке математики». Именно так: «Бог ниспослал».

Это как истину, как божественный подарок воспринимают, мыслители от времен Платона. Алфред Уайтхед даже посчитал математику «ниспосланное богами безумие». Действительно, математика является бесспорным свидетелем Источника своего происхождения, невыразимой Сверхреальности — Первосущности, порождающей наше сознание и воспринимаемый им порядок вещей.

Открывая математические истины, математик получает артефакты существования платоновского мира идеальных сущностей. Этот «мир», в свою очередь, просто ответ бсспорной данности Первосущности, проще — Бога. Математические артефакты в самом прямом смысле свидетельства его существования.

Всем известна библейская история о Ноевом Ковчеге. Если бы были обнаружены причастные Ковчегу предметы, вера в его реальное существование сразу превратилась бы в достоверное знание. Математические открытия, как раз те твердые свидетельства Абсолюта — Сущего. Но математика, постигаемая разумом, свидетельство Первосущности опосредованное через личность. Сама личность, самосознание, осознанное «я» — первое свидетельство реальности *Духовного Верховного Начала*, например, в формах представлений Гейзенберга и Планка.



Фундамент построения «башни» знания в европейской философии мироустройства оставался неизменным тысячелетиями, но сама башня многократно перестраивалась. Не прекращались бесполезные попытки посмотреть как устроен фундамент, но и в философии, по сути, за две с половиной тысячи лет мало что менялось. Выдающийся математик, физик и философ А. Уайтхед утверждал, что «вся европейская философия, всего лишь комментарий к сочинениям Платона». Тем не менее, о устройстве самой башни ученый мир после каждой «новостройки» быстро приходил к согласию, признавая ее совершенство. Восхищение вызывали системы Птолемея, потом Коперника, физика Галилея, Ньютона, Максвелла, Планка, Эйнштейна, Бора, Гейзенберга. С каждым связанная эпоха, каждый построил башню, под восторженное одобрение. Но вот «устройство фундамента» ускользало от изучения. Неопределенность взглядов по поводу Высшей Сущности сохранялась. Мало того, колебания происходили даже внутри отдельной личности, не говоря о спорах между философами. Уайтхед в одном из очерков пишет «Около 2300 лет назад была прочитана знаменательная лекция. Аудитория собралась выдающаяся: среди прочих она включала Аристотеля и Ксенофонта... лектор оказался компетентным — ведь это был Платон. Но лекция была неудачей». Лекция была о математике (Эвклид появится только через 50 лет), а значит о «строении Небес». Аристотель не во всем соглашался со своим учителем, он полагал математику творением человека. «Платон мне друг, но истина дороже», на что Платон отреагировал: «Жеребенок лягает вскормившую его кобылу». Разногласия между мудрецами связаны с различиями взглядов на те сущности которые ответственны за появление идей и форм познания, т. е. основания.

Авторитет Аристотеля, его взгляды столь влиятельные в прошлом, интересны ныне как культурный феномен, не то — Платон.

«Платон, по-видимому, благодаря какому-то чудесному озарению смог увидеть и предугадать, что функционирование реального мира в конечном счете может быть понято только в терминах математики» (Р. Пенроуз). Он открыл: мир идей как *самостоятельно существующую субстанциональную действительность* — определяющую собой всю материальную действительность. Если до Платона знали, что есть Стол, стоящий на земле и Кубок на столе — вещи доступные осязанию, то после Платона выяснилось, что есть неосознаваемые «Столовость» и «Кубковость» — идеи стола и кубка. Возможность обобщения реальности с помощью идей дало возможность строить все науки, не только математику. Великие создатели строения естествознания, упомянутые выше, могли делать свою работу, пользуясь «инструментарием» идей изобретенным Платоном.

Использование идей настолько естественно в любой по настоящему осмысленной деятельности, что трудно увидеть и здесь вклад Великого Наставника. Платоновский Мир это часть фундамента, на котором мы строим наши «временки» — башни познания. Само основания не подается постижению, но привлекает захватывающей дыхание бездонной глубиной («основание-глубина» оксюморон!). Чем больше мы всматриваемся в закрытую (до времени?) глубину, тем большая нас поражает (находит на нас) слепота в отношении ее бесспорной данности. Неопределенность, которая нас преследует в восприятии знаков Глубины, хорошо прослеживается во взглядах великих творцов науки.

1654 год. Пьер Паскаль тончайший мыслитель, математик (создал теорию вероятности), физик, философ, инженер. В душе замечательного мыслителя боролись два образа Высшей Сущности в истинности которой он не мог сомневаться, хотя бы потому, что реальность Бога была опорой и источником его математических и физических открытий. Это Образ традиционной религии и Образ лишенный церковных символов — выстроенный на конструктах ученого естествознания. Чудесное спасение в катастрофе (лошади сорвались в пропасть, карета зависла на одном колесе) подвинуло его остановиться на традиционном Образе, о чем он написал в меморандуме Огонь, най-

денном после его смерти. Но, что мне представляется знаменательным, через 298 лет, в ходе беседы, о которой упомянуто в начале этой статьи, Гейзенберг, значимость которого, как ученого, соизмерима с Паскалем, ссылается на меморандум «Огонь», сообщает Паули, что традиционный Образ выбранный Паскалем ему не подходит, он выбирает Образ ученых и философов. Удивительно! Три века разделяют этих великих. Один, до -ньютоновская эпоха, которая начнется только через 40 лет, другой — через 40 лет после окончания эпохи Ньютона. Оба великие физики реформаторы и оба обсуждают приемлемые им формы представления Сущего в одних и тех же терминах и на одном и том же материале. Один, в силу трагических обстоятельств отказывается от своего выбора по праву профессии, другой наоборот, выбирает в соответствии с профессией. Я думаю, если бы эти два гения встретились их взгляды не по поводу «фундамента», а по поводу «надстройки», скажем, теории вероятности, совпали.

Понятие Бога, если и возникает в естественно научных, чаще популярных работах, то не как действующая, причинная сущность, но как некая символический прием обозначить грандиозность или важность изучаемого процесса, например «частица Бога» (бозон Хиггса). Однако, когда понятие «Бог» привлекается для объяснения физического явления или замыкания причинной цепочки физического процесса, возникает тягостная необходимость принять это на веру либо обидеть или расстроить предложившего это ученого, ибо только высочайшие авторитеты могут осмелиться на такие предложения. Так или иначе, использование понятия «Бог» в точных науках, когда оно используется в кантовском понимании как «фундамент», ни логики, ни красоты теории не добавляет. Нагляден и знаменателен пример Эйнштейна. Его великолепный юмористический дар общеизвестен. Очень часто он использовал слово «Бог» в качестве метафоры. Его знаменитая фраза: «Бог коварен, но не злонамерен» выбита на камне в престижных университетах Соединенных Штатов. В шестидесятых, физики считали особым шиком цитировать ее по немецки. Я не знаю более емкого, точного и оптимистичного высказывания. Всего три слова, предвещающие радость постижения, как награда трудной и мучительно порабатывшему интеллекту. Но в дискуссиях с некоторыми творцами квантовой механики, например с Бором, Эйнштейн в юмористически построенной фразе, но уже не метафорически, использовал слово «Бог» как *основание* скрытых пока причин индетерминированных, вероятностных проявлений в квантовом мире. «Господь Бог не играет в кости», повторил он, не принимая никакие аргументы оппонентов. Это, полухулиганное, но однозначное по смыслу введение Высшей Сущности непосредственно в физический процесс столь высоким авторитетом вызвало сожаление нового поколения физиков и, довольно дерзкие, правда уже после его смерти, реплики: «Бог не только играет в кости, но и иногда обманывает нас, бросая их туда, где мы не можем их видеть». (Хокинг, Пенроуз).

Тем, кто проникся пониманием, что являет собой математический или платоновский мир, трудно отказаться от принятия бесспорной данности существования Первосущности с исходными свойствами ментальной и эволюционной потенции. Она ответственна за появление и проявление Сознания, Самосознания, Интеллекта в том конгломерате который миллиард лет тому был кучей песка, в лучшем случае мусора, а еще с пяток, рассеянным по вселенским весям облаком. Эта безжизненная куча материи, тем не менее, существовала в «поле» заряженном законами и еще нечто неуловимым, выше нашего понимания, толкающим к преобразованиям предусматривающим наше появление. И, если на нашей планете появилось бы только одно существо наделенное сознанием и личностным ощущением — то и этого было бы достаточно для своеобразного логического триггера — распространить сознание и интеллект на всю Вселенную, т. е. признать Сущее, основание нашего интеллекта и самосознания, Вселенской Первосущностью.

Слава Платону!



## Неисчерпаемые ресурсы профессионализма — залог производственного успеха

**С момента образования ТОО «Каратау» в 2005 году, на руднике предприятия добыто 9000 тонн урана и произведено готовой продукции закиси окиси урана в объеме 7000 тонн.**

В проект отработки месторождения «Буденовское-2» ТОО «Каратау» вошли передовые технологии, такие как использование сорбционно-десорбционного контура СДК 1500, технология пероксидного осаждения химического концентрата природного урана с получением готовой продукции закиси окиси урана, а так же впервые используется полная автоматизация технологического процесса.

В 2007 году начата добыча природного урана с получением товарного десорбата. В 2009 году был введен в эксплуатацию аффинажный цех, который позволяет получить готовый продукт — закись-окись урана, экспортного качества соответствующую корпоративному стандарту СТ НАК 02—2007 и международному стандарту ASTM.

Политика ТОО «Каратау» включает в себя не только использование передовых технологий. В компании понимают, что за каждым успехом, за каждым произведенным килограммом готовой продукции стоит колоссальный труд работников Товарищества. Атомная отрасль — самая динамичная в плане применения инноваций. Потому на предприятии разработаны и успешно применяются специальные программы по повышению эффективности предприятия, повышение знаний и квалификации работников.

Даже кадровая политика компании носит социально-направленный характер. Подавляющее число рабочих рудника «Каратау» отбираются из числа местных жителей. Люди с удовольствием идут на хорошую зарплату и достойный социальный пакет. Необходимое обучение и подготовку они, как правило, получают за счет организации. Плюс к этому все работники периодически повышают свою квалификацию, в том числе с выездом на урановые рудники Чехии, Австралии, Намибии, Южной Африки и других стран. Мало того, ТОО «Каратау» выделяет гранты на получение высшего образования для местной молодежи.

В целях популяризации рационализаторской деятельности и повышения творческой активности работников товарищество по итогам года проводит конкурс среди рационализаторских предложений и авторов — работников предприятия.

ТОО «Каратау» имеет прочные традиции поддержки социальной сферы. Руководство компании понимает социальную ответственность как неотъемлемую часть и логическую составляющую успешного бизнеса. Предприятие оказывает адресную помощь малообеспеченным семьям и ветеранам Созакского района.

Позаботилось руководство предприятия и об организации досуга работников ТОО «Каратау». На руднике «Буденовское-2», где работают вахтовым методом 338 человек, построили современный спортивный комплекс и комфортное жилье.

ТОО «Каратау», помимо прочего, еще и организывает смотр художественной деятельности, спонсирует и принимает участие в различных спортивных мероприятиях, организуемых в Сузакском районе. Сотрудники компании также участвуют в ежегодной спартакиаде среди предприятий холдинга, устраиваемой АО НАК «Казатомпром».

К сегодняшнему дню ТОО «Каратау» подошло с хорошим результатом, в перспективе у Товарищества стоит задача не сбавлять набранный темп работы и оправдать надежды акционеров в лице АО «НАК «Казатомпром» и «Uranium One Inc», а также ежегодно выполнять производственный план, соблюдать ТБ и ООС, РБ и т. д.

Залогом производственного успеха является профессионализм и нацеленность на достижения цели всех сотрудников компании.

**Республика Казахстан, 161003  
Южно-Казахстанская область,  
Сузакский район, пос. Таукент  
Почтовый адрес: Республика Казахстан,  
г. Алматы, 050040,  
ул. Тимирязева 28 «В», Бизнес — центр  
«Алатау гранд», 5 этаж  
тел.: +7 (727) 330 29—92  
факс: +7 (727) 344—12—90**



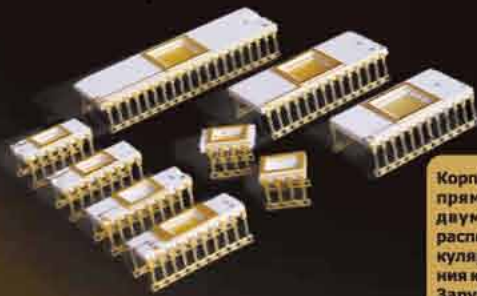




# ОАО «ЗАВОД ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ»

## Производство и разработка металлокерамических корпусов для интегральных микросхем

**Корпуса типа C-DIP**  
(2-й тип по ГОСТ 17467-88)



Корпуса 2-го типа – корпуса прямоугольной формы с двумя рядами выводов, расположенных перпендикулярно плоскости основания корпуса. Зарубежная аббревиатура DIP (Dual in line Package)

Количество выводов	Шаг выводов	Размер монтажной площадки
от 8 до 64	1,25 мм; 2,5 мм	от 4,4x2,2 мм до 10x10 мм

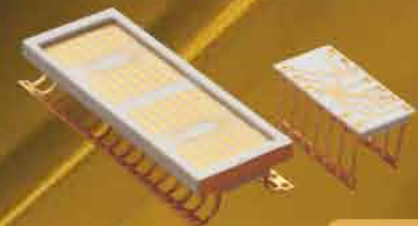
**Корпуса типа LCC**  
(безвыводные)



Корпуса типа LCC – относятся к 5-му типу, это низкопрофильные керамические корпуса с контактными площадками вместо выводов, расположенных на нижней части платы. Количество контактных площадок от 4 до 48. Корпуса типа LCC предназначены для поверхностного монтажа. Минимальный габаритный размер корпуса 3x3 мм.

Количество выводов	Шаг выводов	Размер монтажной площадки
от 4 до 48	1,27 мм; 1,9 мм; 2,54 мм	от 1,6x2,4 мм до 10x10 мм

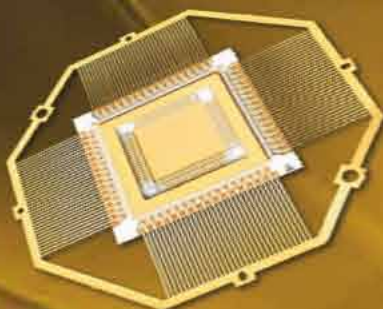
**Оптоэлектронные корпуса**



Держатели керамические индикаторные для светоизлучающих кристаллов. Расположение выводов 2-х, 4-х рядное в нижней части основания перпендикулярно плоскости платы.

Количество выводов	Шаг выводов
до 64	1,25 мм; 2,5 мм

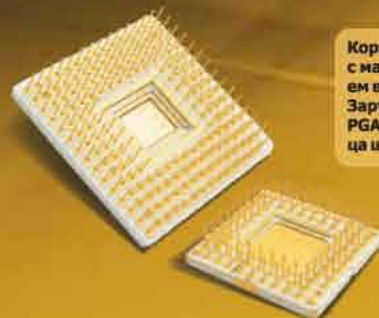
**Корпуса типа C-QFP и C-DFP**  
с 2 и 4 рядами выводов  
(4-й тип по ГОСТ 17467-88)



Корпуса 4-го типа – плоские корпуса с двумя или с четырьмя рядами выводов, расположены в один или два уровня на верхней плоскости по периметру платы (планарное расположение выводов). Зарубежная аббревиатура QFP (Quad Flat Package).

Количество выводов	Шаг выводов	Размер монтажной площадки
от 4 до 256	от 0,5 мм до 1,25 мм	от 3x3 мм до 12x14,5 мм

**Корпуса типа PGA**  
(6-й тип по ГОСТ 17467-88)



Корпуса 6-го типа – корпуса с матричным расположением выводов. Зарубежная аббревиатура PGA. (Pin grid array) матрица штырьковых выводов.

Количество выводов	Шаг выводов	Размер монтажной площадки
до 600	1,25 мм; 1,27 мм; 1,0 мм	от 8,9x8,0 мм до 17,5x17,5 мм

**Металлокерамические нагревательные элементы ПМКН**



**Преимущества:**  
- длительный срок эксплуатации  
- сопротивление изоляции 2\*10<sup>8</sup> Ом.  
**Области применения:**  
паяльные станции, измерительное оборудование, медицинское оборудование, бытовые и промышленные электронагревательные приборы.

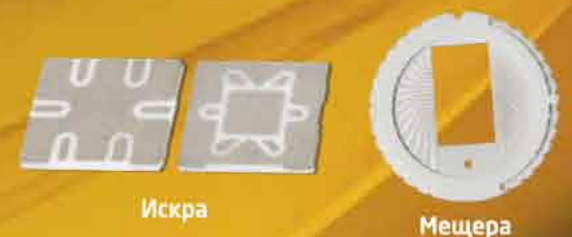
**Корпуса типа BGA**  
(8-й тип по ГОСТ 17467-88)



Корпуса 8-го типа – корпуса с выводами в виде шариков припоя. Зарубежная аббревиатура BGA (Ball grid array) – матрица шариковых выводов.

Количество выводов	Шаг выводов	Размер монтажной площадки
до 608	1,25 мм; 1,27 мм; 1,0 мм; 0,8 мм	от 8,9x8,0 мм до 17,5x17,5 мм

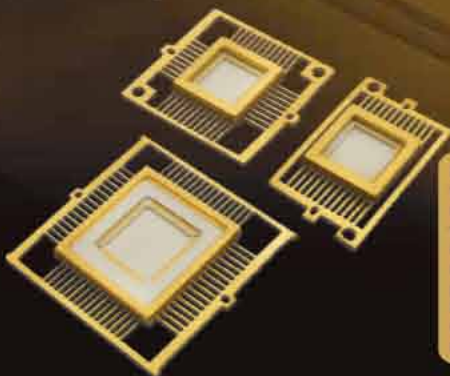
**Керамика BK91-2 (91% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и BK87 (87% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**



Искра

Мещера

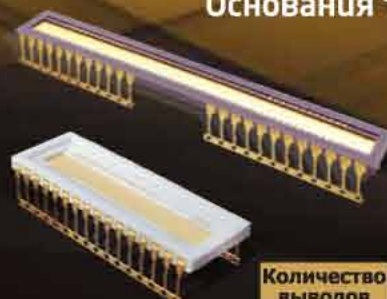
**Корпуса типа LLCC с 2 и 4 рядами контактов**  
(5-й тип по ГОСТ 17467-88)



Корпуса 5-го типа – "кристаллодержатели" – плоские корпуса с двумя или четырьмя рядами выводов на нижней плоскости по периметру платы (планарное расположение выводов). Количество выводов от 8 до 64 и шагом между ними 1,0 мм.

Количество выводов	Шаг выводов	Размер монтажной площадки
от 8 до 64	1 мм	от 0,7x0,7 мм до 12x12 мм

**Основания типа DIP**



Представляют собой основания прямоугольной формы с двумя рядами выводов, расположенных перпендикулярно плоскости основания.

Количество выводов	Шаг выводов	Размер монтажной площадки
до 48	1,25 мм; 2,5 мм	от 7,5x7,5,0 мм до 90x3,5 мм

Микрополосковые выводы

Плата керамическая

ОАО «ЗПП» имеет в своем производстве различные керамические подложки, в том числе и для светодиодов, керамические нагревательные элементы и другие изделия из керамики.